

**BERICHTE**  
**der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung**

**Band 33/1975**

**Hydrogeologische Unter-  
suchungen an Bohrungen und  
Brunnen in der Oststeiermark**

von

H. Janschek

J. Küpper

H. Polesny

H. Zetinigg

**Amt der Steiermärkischen Landesregierung — Landesbaudirektion**  
**Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung**

**Graz 1975**



Inhaltsverzeichnis :

	Seite
<u>Zetinigg, H.:</u> Neue Bohrungen nach artesischem Grundwasser in der Oststeiermark	4
1.) Die Ziele der Bohrungen in der Oststeiermark	5
2.) Die Auswahl der Ansatzpunkte für Bohrungen nach artesischem Grundwasser	7
2.1) Der Ansatzpunkt in Eggendorf	8
2.2) Der Ansatzpunkt in Blumau	10
2.3) Der Ansatzpunkt in Großsteinbach	14
3.) Die Festlegung der Bohrtiefen bei Bohrungen nach artesischem Grundwasser	16
3.1) Die geothermische Tiefenstufe	20
3.2) Das Auftreten salinärer Schichtwässer	24
3.3) Das Auftreten kohlendioxidhaltiger und mineralisierter Grundwässer	25
4.) Das Erkennen der artesischen Horizonte	34
5.) Die Bohrung in Eggendorf	41
6.) Die Bohrung in Blumau	44
7.) Die Bohrung in Großsteinbach	47
8.) Die Bohrung der Gemeinde Hatzen-dorf	50
9.) Zusammenfassung der Erfahrungen bei den Bohrungen nach artesischem Grundwasser	57
10.) Literaturverzeichnis	59

	Seite
<u>Polesny, H.:</u> Zur Geologie von Bohrungen nach artesischem Grundwasser in der Oststeiermark	62
1.) Die Bohrungen Grafendorf I und II	64
2.) Die Bohrung Eggendorf	65
3.) Die Bohrung Blumau	66
4.) Die Bohrung Großsteinbach	68
5.) Die Bohrung Hatzendorf	70
6.) Verwendete Literatur	71
<u>Küpper, I.:</u> Die Ergebnisse der mikrofaunistischen Untersuchungen von Bohrungen nach artesischem Grundwasser in der Oststeiermark	72
1.) Die Bohrungen Grafendorf I und II	73
2.) Die Bohrung Eggendorf	73
3.) Die Bohrung Blumau	74
4.) Die Bohrung Großsteinbach	75
5.) Die Bohrung Hatzendorf	76
<u>Janschek, H.:</u> Geothermische Messungen an Bohrungen und artesischen Brunnen in der Oststeiermark	83
1.) Zusammenfassung	84
2.) Einleitung und Problemstellung	84
3.) Das Meßgerät	86
4.) Durchführung der Messungen	86
5.) Besprechung der Ergebnisse	87
5.1) Die Bohrungen Grafendorf I - IV	87
5.2) Die Bohrung Seibersdorf I	88
5.3) Der artesische Brunnen in Penzendorf	88
5.4) Die Bohrung Eggendorf	89
5.5) Die Bohrung Großsteinbach	89
5.6) Die Bohrung Blumau	90
5.7) Die Bohrung Hatzendorf	90
5.8) Die Bohrung Feldbach	90
6.) Übersicht der bisher gemessenen Temperaturgradienten in der Oststeiermark	91
7.) Übersicht der Temperaturen in -50 m und -100 m unter der Erdoberfläche	91
<u>Verzeichnis der bisher erschienenen Bände</u>	92

Neue Bohrungen nach artesischem Grundwasser  
in der Oststeiermark

von

H. Zetinigg.



## 1) Die Ziele der Bohrungen in der Oststeiermark

Um trotz der noch ausstehenden Untersuchungsergebnisse der dem Grundgebirgsrand nahe gelegenen artesischen Untersuchungsbohrungen in Grafendorf und Seibersdorf (Untersuchungen an artesischen Wässern in der nördlichen Oststeiermark. Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 21/1972), die vor allem die Regeneration der artesischen Grundwässer klären sollten, weitere Aufschlüsse über das Vorkommen artesischer Grundwässer zu erhalten, wurde in den Jahren 1973 und 1974 vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung je ein weiteres Bohrprogramm durchgeführt.

Alle diese Arbeiten erfolgen in konsequenter Verfolgung des Generalplanes für die Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973) (Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung Band 29/1974), der die Oststeiermark als Wassermangelgebiet ausweist, für das mit größter Dringlichkeit neue Wasservorkommen erschlossen werden müssen. Entsprechend den natürlichen Gegebenheiten, die im obzitierten Generalplan eingehend dargelegt sind, ergibt sich für diesen Raum vor allem die Möglichkeit, tiefliegende artesische Grundwasservorkommen und Quellen entlang des Grundgebirgsrandes - wobei natürlich Karbonatgesteinen besondere Bedeutung zukommt (Weizer Karst) - aufzusuchen. Beide Wassergewinnungsmöglichkeiten werden derzeit vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung einerseits durch Bohrprogramme und andererseits durch systematische Quellkartierungen gleichzeitig einer Untersuchung zugeführt.

Die besonders sorgfältige Auswahl der Ansatzpunkte derartiger Untersuchungsbohrungen ist notwendig, da in der Oststeiermark derzeit ca. 1400 artesische Brunnen geringen Kalibers (durchschnittlich ca. 2") mit unvollständiger

Verrohrung bestehen, wozu noch ca. 25 großkalibrige vollständig verrohrte (durchschnittlich 100 - 200 mm  $\emptyset$  der Filterstrecken) artesische Brunnen kommunaler Wasserversorgungsanlagen kommen. Einige weitere derartige große artesische Brunnen werden von Gewerbebetrieben verwendet. Während die Schüttung der kleinkalibrigen Brunnen meist nur einige Liter pro Minute und in wenigen Fällen maximal 1 l/s erreicht, werden aus den großkalibrigen Bohrungen mittels Pumpen meist mehrere l/s gefördert. Die gesamte Schüttung und Förderung dieser artesischen Brunnen wurde von H. Zetinigg (1974) auf ca. 215 l/s geschätzt.

Dazu muß jedoch bemerkt werden, daß bei den kleinkalibrigen artesischen Einzelanlagen ein Großteil der Schüttung ungenutzt abfließt. Diese Feststellung beruht auf den Erhebungen von F. Ronner und J. Schmied (1968) im Bezirk Fürstenfeld.

Bei Erhebungen an 338 artesischen Brunnen in diesem Bezirk konnten diese beiden Autoren eine Gesamtschüttung von 3,280.000 l/d feststellen, der ein errechneter Bedarf der von den gegenständlichen Brunnen versorgten Personen von 164.000 l/d gegenübersteht. Mehr als 90 % der Schüttung fließen bei diesen artesischen Brunnen daher ungenutzt ab. Es ist dies eine enorme Wasserverschwendung, die gerade für ein Wassermangelgebiet auf die Dauer untragbar sein wird. Bei Erhebungen des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung in mehreren oststeirischen Ortschaften ergab sich ein ähnliches Bild der Wasserverschwendung, wobei in verschiedenen Teilen der Oststeiermark bei geringerem artesischem Druck auch geringere Wasserspenden und somit eine geringere Wasserverschwendung gegeben ist. Aus diesem Grunde ist für die kleinkalibrigen artesischen Brunnen der Oststeiermark anzunehmen, daß zwischen 80 und 90 % der Schüttung ungenutzt bleiben.

Die artesischen Versuchsbrunnen des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung sollen nun vor allem die Grundlagen für artesische Brunnen großräumiger Wasserversorgungsanlagen liefern, die letztlich die beste Möglichkeit einer rationellen und sparsamen Nutzung des artesischen Wasserdargebotes darstellen. Es soll daher durch diese Untersuchung auch ein wesentlicher Beitrag zur Eindämmung dieser enormen Wasserverschwendung durch artesische Einzelanlagen geleistet werden. Die notwendige Einschränkung bei der Errichtung neuer artesischer Einzelanlagen wird ja nur dann durchzusetzen sein, wenn die Wasserversorgung durch Wasserverbände und Gemeinden in ausreichendem Maße erfolgt.

Ziel der Bohrprogramme ist es daher, vor allem in Gebieten mit wenigen artesischen Brunnen möglichst tief gelegene artesische Horizonte aufzuschließen, um so die Gewähr zu haben, noch weitgehendst ungenutzte Wasservorkommen zu erschließen und für eine zukünftige Nutzung bereitzustellen.

## 2) Die Auswahl der Ansatzpunkte für Bohrungen nach artesischem Grundwasser

Bei der Auswahl der Ansatzpunkte von Bohrungen nach gespanntem Grundwasser sind prinzipiell zwei Kriterien maßgeblich. Neben dem Wasserbedarf müssen im dafür vorgesehenen Gebiet auch derartige hydrogeologische Verhältnisse herrschen, daß mit großer Wahrscheinlichkeit gespanntes Grundwasser angetroffen wird. Die hydrogeologischen Verhältnisse werden dabei vor allem bestimmend sein, da die Verbindung zwischen Bedarfsgebiet und Wasservorkommen durch entsprechende Leitungen hergestellt werden kann.



Die Überlegungen, die zur Auswahl der hier vorgestellten Bohrungen des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung führten, sollen nun für jede der Bohrungen gesondert dargelegt werden.

### 2.1) Der Ansatzpunkt in Eggendorf

Entsprechend den einleitenden Darlegungen wurde nun versucht, die in Seibersdorf und Grafendorf gefundenen artesischen Wasservorkommen (H. Zetinigg 1972) gegen das Beckeninnere hin zu verfolgen. Da auf Grund der wenigen artesischen Brunnen im Safental im Bereich östlich von Hartberg noch ungenutzte artesische Horizonte zu erwarten sind und weiters eine Probebohrung im Bereich des Wasserverbandes nördliche Oststeiermark niedergebracht werden sollte, wurde ein Ansatzpunkt nordöstlich der Ortschaft Eggendorf am linken Talrand fixiert. Die Aussichten schienen hier auf Grund der im Ortsbereich bestehenden artesischen Brunnen günstig, wobei weiters durch die angestrebten Bohrtiefen von 200 m nach Durchörterung der pannonen Schichtfolge gute artesische Horizonte im Sarmat, ähnlich wie in Grafendorf, erwartet wurden. Folgende artesische Brunnen bestehen in Eggendorf:

#### 1) Eggendorf Nr. 5

Besitzer: Schlögel Karl und  
Wilhelmine

Baujahr: ?

Tiefe: ca. 70 m (45 m?)

Verrohrung: 18 m, Eisenrohr 2",  
Steigrohr  
mit Abzweigung in das  
Wohnhaus

Schüttung: 9.11.1953 4 l/min  
2.8.1966 2,7 l/min  
2.5.1973 3,5 l/min  
13.2.1975 3 l/min

Temp: 11,5°  
11,7°  
11,5°

- 2) Eggendorf Nr. 9  
Besitzer: Fink Alois u. Anna      Baujahr: 1941  
Tiefe: 80 m      Verrohrung: 15 m, Eisenrohre  
2", Steigrohr ü.T.  
abgewinkelt  
Schüttung: 17.2.1954    4 l/min  
                  2.8.1966            ?      Temp: 12,4°  
                  2.5.1973    8 l/min      12,5°  
                  13.2.1975    7 l/min      11,8°
- 3) Eggendorf Nr. 27  
Besitzer: Singer Johann und      Baujahr: 1939  
                  Maria      Verrohrung: 16 m, Eisenrohre  
2"  
Tiefe: 52 m  
Schüttung: 23.11.1953 3 l/min  
(Die Bohrung befindet sich im Haus, Messungen sind derzeit  
nicht möglich)
- 4) Eggendorf Nr. 30  
Besitzer: Gremsl Georg und      Baujahr: 1937  
                  Theresia      Verrohrung: 12 m, Eisenrohre  
2", Abzweigung u.  
T. zur Selbsttränke  
Tiefe: 62 m  
Schüttung: 17.2.1954    7 l/min      Temp: 12,8°  
                  2.8.1966    5,7 l/min      12,6°  
                  2.5.1973    4,6 l/min      12,6°  
                  13.2.1975    5,0 l/min      12,6°
- 5) Eggendorf Nr. 31  
Besitzer: Neuhauser Franz      Baujahr: 1938  
                  und Johanna      Verrohrung: 20 m, Eisenrohre  
40 mm Ø, Drosselung,  
Düse 6 mm Ø  
Tiefe: 92 m      Temp: 12,2°  
Schüttung: 21.1.1954    2 l/min      12,0°  
                  2.8.1966    5,6 l/min  
                  2.5.1973    4 l/min  
                  31.8.1973    4 l/min
- 6) Eggendorf Nr. 58  
Besitzer: Fuchs Franz      Baujahr: 1938  
                  (früher Schlögl  
                  Karl)      Verrohrung: 15 m, Eisenrohre  
2", Schwanenhals  
mit Abzweigung u.  
T. u. Düse von 3 mm  
Ø  
Tiefe: 48 m (76 m?)      Temp: 11,8°  
Schüttung: 2.8.1966    4 l/min      12,1°  
                  2.5.1973    2 l/min      11,5°  
                  13.2.1975    4 l/min

7) Eggendorf Nr. 67

Besitzer: Zettl Johann und  
Anna

Baujahr: 1938

Tiefe: 72 m

Verrohrung: 40 m, 40 mm  $\varnothing$   
Schwanenhals

Schüttung: 21.1.1954 5 l/min  
2.8.1966 7,7 l/min  
31.8.1973 10 l/min  
13.2.1975 6 l/min

Temp: 12,4°  
11,6°

Leider liegt von keinem einzigen dieser artesischen Brunnen ein Bohrprofil vor.

Die unterschiedlichen Endtiefen der artesischen Brunnen in Eggendorf, die von 48 m bis 92 m variieren, lassen eine Schätzung der Anzahl und Tiefenlage der artesischen Horizonte nicht zu. Die Schüttungen der artesischen Brunnen liegen etwa im oststeirischen Durchschnitt von 0,1 l/s und lassen daher gute Ergebnisse der Probebohrung erwarten.

2.2) Der Ansatzpunkt in Blumau

Um auch in zentraleren Teilen der Oststeiermark, also gegen die Mitte des Fürstenfelder Beckens hin, tiefere artesische Horizonte aufzusuchen, wurde der Ansatzpunkt einer mit 200 m Tiefe geplanten Bohrung in Blumau fixiert. In diesem Ort ist durch 10 artesischen Brunnen bereits der Nachweis derartiger Wasservorkommen in mehreren Horizonten bis in eine Tiefe von 110 m gegeben. Die meisten Brunnen erreichen aber nur Tiefen von 60 - 65 m. Eine nähere Festlegung dieser Horizonte nach Tiefe, Mächtigkeit und Verbreitung wurde auf Grund der ungünstigen Erfahrung bei Schlußfolgerungen aus Bohrprofilen von Brunnenmeistern und den Endtiefen der artesischen Brunnen nicht vorgenommen (H. Zetinigg 1972 und 1973).



Bei einer Untersuchung der artesischen Wasservorkommen im Feistritztal gelang es H. Zojer (1971) durch verschiedene Isotopenuntersuchungen das Alimentationsgebiet eines seichten artesischen Horizontes (20 - 25 m) im Bereiche von Obgrün mit großer Wahrscheinlichkeit abzugrenzen. Bei diesen Isotopenuntersuchungen handelt es sich neben der Altersbestimmung des artesischen Wassers auch um eine Messung der Fließrichtung und Filtergeschwindigkeit nach der Einbohrloch- bzw. Verdünnungsmethode in einem gefaßten artesischen Horizont.

Ausgehend von den Brunnentiefen wurde unter der Verwendung von Temperatur, pH-Wert, Carbonathärte, Gesamthärte, des Gehaltes an freiem  $\text{CO}_2$ , Eisen und z.T. Deuterium des artesischen Wassers die Verbreitung dieses Horizontes weiter verfolgt. Bei diesen Untersuchungen ergab sich nun die Tatsache, daß die Strömungsrichtung in diesem seicht liegenden artesischen Horizont nach NE gerichtet ist.

Bei einem artesischen Horizont in Großwilfersdorf wird nun eine ähnliche Strömungsrichtung vermutet. Dieser Horizont befindet sich in einem Bereich, in dem zeitlich beträchtliche Flußwasserversickerungen beobachtet werden und ein Zusammenhang zwischen dem artesischen Grundwasserleiter und der quartären Talfüllung angenommen wird. Auf Grund dieses Zusammenhanges und der Flußwasserversickerung wird nun eine Alimentation des artesischen Horizontes aus dem Fluß vermutet. Bei dem im Fürstenfelder Becken vorherrschenden Einfallswinkel der Pannosedimente besteht die Wahrscheinlichkeit, daß dieser Horizont im Safental bei Blumau in etwa 50 m Tiefe vorhanden ist. Die dortigen artesischen Brunnen lassen diese Vermutung nicht unbegründet erscheinen.

Gerade hier bot sich nun die Möglichkeit in Ergänzung zu den grundgebirgsnahen Untersuchungen in Grafendorf und Seibers-

dorf, einen artesischen Horizont, der sein Alimentationsgebiet bereits weit drinnen im Tertiärbecken hat, über eine große Strecke (ca. 6 km) zu verfolgen. Es sollte daher versucht werden, im Zuge der Bohrarbeiten, die primär auf die Erfassung tiefliegender Horizonte ausgerichtet sind, auch Anhaltspunkte bzw. Hinweise bezüglich der Verbindung mit der zitierten Versickerungsstelle im Feistritztal zu erhalten. Auf Grund des Bohrkalibers, der infolge der Schwierigkeiten bei den Bohrarbeiten wesentlich vergrößert wurde, konnte dann auch ein zweiter Rohrstrang zur Fassung dieses Horizontes eingebaut werden. Es wurde damit ein wesentlicher Beitrag zu den Arbeiten der Vereinigung für hydrogeologische Forschungen im Feistritztal bezüglich der Feststellung von Alimentationsgebieten und Verbreitung artesischer Horizonte geleistet.

Um nun einerseits Anhaltspunkte über die Verbreitung der artesischen Horizonte in Blumau selbst und andererseits eine Beweissicherung bezüglich etwaiger Beeinflussungen der bestehenden Brunnen durch die Bohrarbeiten zu erhalten, wurden in Blumau 5, dem Ansatzpunkt der Bohrung am nächsten gelegene artesischen Brunnen für laufende Druckspiegelmessungen ausgewählt. Es handelt sich dabei um nachstehende Brunnen:

1) Blumau, Gemeindebrunnen

Besitzer: Gemeinde	Baujahr: 1910
Tiefe: 110 m Schwanenhals	Verrohrung: ca. 20 m
Schüttung: 27.8.1973 8,5 l/min	Temp: 12,8°

2) Blumau Nr. 7

Besitzer: Hauptmann Josef	Baujahr: 1950
Tiefe: 60 m	Verrohrung: 12 m
Schüttung: 27.8.1973 15 l/min	Temp: 12,6°

- 3) Blumau Nr. 55  
Besitzer: Meister Johann           Baujahr: 1958  
Tiefe: 42 m, Schwanenhals        Verrohrung: 12 m  
Schüttung: 27.8.1973   1 l/min           Temp: 12<sup>o</sup>
- 4) Blumau Nr. 9  
Besitzer: Csecinovits Franzis- Baujahr: 1935  
          ka                                    Verrohrung: 12 m  
Tiefe: ca. 60 m  
Schüttung: 27.8.1973   6 l/min           Temp: 12,3<sup>o</sup>
- 5) Blumau Nr. 10  
Besitzer: Groß Franz                Baujahr: 1947  
Tiefe: 64 m, Schwanenhals        Verrohrung: 12 m  
Schüttung:                    6 l/min           Temp: 12,6<sup>o</sup>

Bei Brunnen Nr. 1 wurde nun von der Vereinigung für hydrogeologische Forschungen eine einfache Druckmeßeinrichtung, bestehend aus einer fix montierten Latte mit Maßeinteilung und einem daran befestigten Plastikschauch, installiert. Dieser Plastikschauch wird bei Vornahme der Messung dann direkt an den Schwanenhals oder das Steigrohr angeschlossen. Für die übrigen Brunnen, die einen sehr geringen artesischen Druck aufweisen, wurde ein ähnliches Meßgerät in tragbarer Form verwendet und jeweils an einem markierten Punkt neben dem Brunnen aufgestellt. Die laufenden Messungen wurden am 4.12.1973 begonnen und am 30.5.1974 eingestellt.

Innerhalb dieses Zeitraumes wurden je nach dem Fortschritt der Bohrarbeiten teils ein- oder zweimal täglich, teils in Abständen von mehreren Tagen, Druckmessungen vorgenommen.



### 2.3) Der Ansatzpunkt in Großsteinbach

Um nun auch für andere Bereiche der Oststeiermark artesische Wasservorkommen aufzuschließen, wurde ein weiterer Ansatzpunkt für eine Bohrung in das Feistritztal verlegt. Hier wurde in einem Talbereich, in dem derzeit keine artesischen Brunnen in Betrieb stehen, und zwar südlich des Ortes Groß Steinbach, am linken Ufer der Feistritz, der Ansatzpunkt festgestellt. Der Nachweis ergiebiger artesischer Horizonte durch ca. 11 artesische Brunnen in Obgrün (9 Hausbrunnen und 2 Bohrungen der Vereinigung für hydrogeologische Forschungen) - über 3 km talabwärts und durch 4 artesische Brunnen in Gersdorf, Ortsteil Mühlviertel, ca. 2 km talaufwärts, ließen auch bei Großsteinbach günstige Ergebnisse erwarten. Diese Ergebnisse sollten noch durch eine Bohrtiefe von 250 m verbessert werden. Da mit dieser Tiefe die maximalen Tiefen der bestehenden artesischen Brunnen in Gersdorf/Mühlviertel mit 36 m und in Obgrün mit 155 m noch beträchtlich überschritten wurden, konnte sohin die Erschließung tieferer ungenutzter artesischer Horizonte erhofft werden.

In der Ortschaft Großsteinbach (ca. 850 m Entfernung vom Ansatzpunkt der Bohrung) wurde um 1930 beim Anwesen Großsteinbach Nr. 45 (Besitzer Leopold Groß) ein ca. 80 m tiefer artesischer Brunnen gebohrt. Die Verrohrungstiefe ist unbekannt, das Steigrohr ragt ca. 20 cm über Terrain. Diese Bohrung ist nach Mitteilung des Besitzers durch das Einbringen von Steinen in die Verrohrung geschädigt, weswegen der Überlauf fast gänzlich versiegt ist (derzeit nur mehr Tröpfeln). Trotz eines ergebnislosen Bohrversuches (1930) von 75 m Tiefe beim Anwesen Kroisbach Nr. 74 und eines zweiten derartigen Versuches beim Anwesen Großsteinbach Nr. 75 (Tiefe unbekannt) muß im Hinblick auf technische Mängel oder eines negativen piezometrischen Niveaus der allenfalls erreichten gespannten Grund-

wässer das Ergebnis der Bohrung in Großsteinbach Nr. 45 als repräsentativ angesehen werden. Die Lage der beiden Ansatzpunkte außerhalb des eigentlichen Talbodens im Bereich der Hangschleppen läßt hier ein negatives piezometrisches Niveau erwarten. Nun ist bei derartigen kleinkalibrigen Bohrungen bei negativem piezometrischem Niveau des gespannten Grundwassers eine Gewinnung meist technisch nicht möglich, weswegen derartige Bohrungen als ergebnislos gewertet werden. Durch die Bohrung in Großsteinbach Nr. 45 ist jedenfalls der Beweis für das Vorhandensein artesischen Wassers im Bereich von Großsteinbach, wie es aus den geologischen Verhältnissen zu folgern ist, erbracht.

Da die Ortschaft Gersdorf, Mühlviertel, nur rund 2 km vom Ansatzpunkt der Untersuchungsbohrung entfernt liegt, sollen die 4 artesischen Brunnen noch kurz angeführt werden.

1) Gersdorf, Mühlviertel Nr. 39

Besitzer: Schaffer Josef

Baujahr: 1948/49

Tiefe: 36 m

Verrohrung: ca. 12 m

Das artesische Wasser wurde bei ca. 30 m angetroffen. Auf Grund des aggressiven Wassers wird die Verrohrung ständig schadhafte und es sind häufige Instandhaltungsarbeiten notwendig. Die Schüttung ist derzeit auf Grund der Ausgestaltung des Brunnens nicht meßbar.

2) Gersdorf, Mühlviertel Nr. 40

Besitzer: Zeller Julius

Baujahr: 1903

Tiefe: ca. 25-30 m,  
Schwanenhals 1,20 m  
Höhe

Verrohrung: ?

Schüttung: 9.8.1967 0,35 l/s Temp: 10,6°

Dieser Brunnen hatte vor Errichtung des Brunnens Nr. 39 eine wesentlich stärkere Schüttung.

3) Gersdorf, Mühlviertel Nr. 67

Besitzer: Schaffer Adolf	Baujahr: 1880 ?
Tiefe: 32 m	Verrohrung: ca. 15 m
Schüttung: 9.8.1967 0,17 l/s	Temp: 10,5°

Nach Fertigstellung der Bohrung stieg das artesisches Wasser bis in den 1. Stock des Wohnhauses auf. Die Bohrungen Nr. 39 und Nr. 40 beeinflussten diesen Brunnen sehr stark. Im Jahre 1957 wurde weniger Meter entfernt eine zweite Bohrung auf 70 m Tiefe niedergebracht, die jedoch wegen starker Sandführung aufgegeben wurde.

4) Gersdorf, Mühlviertel Nr. 94

Besitzer: Almer Franz	Baujahr: 1940
Tiefe: 36 m, Schwanenhals 1,40 m Höhe	Verrohrung: ca. 10-15 m
Schüttung: 9.8.1967 0,38 l/s	Temp: 10,9°

Auch bei diesem Brunnen ging die Schüttung nach Errichtung des Brunnens Nr. 39 stark zurück.

Alle diese Brunnen zeigen, daß hier in geringerer Tiefe (ca. 30 - 35 m) artesisches Wasser mit relativ großem artesischem Druck und mit guten Ergiebigkeiten vorhanden ist. Es war daher auch in Großsteinbach bereits mit seichten artesischen Horizonten zu rechnen und auf Grund der vorgesehenen großen Bohrtiefe auf weitere tiefere artesischen Horizonte zu hoffen.

3) Die Festlegung der Bohrtiefen bei Bohrungen nach artesischem Grundwasser

Bei allen artesischen Versuchsbohrungen stellt nun neben der Auswahl des Ansatzpunktes die Festlegung der Bohrtiefen den wesentlichsten Faktor für den Erfolg des Unternehmens dar.



Nach den bisherigen Erfahrungen wurden artesische Brunnen in der Oststeiermark im Durchschnitt kaum über 150 m aber sicherlich nirgends mit mehr als 300 m Tiefe hergestellt, was weniger auf hydrogeologische Erwägungen, als vielmehr auf die technischen Möglichkeiten der Brunnenmacher und zum Teil der Bohrfirmen sowie auf die begrenzten finanziellen Möglichkeiten der Bauherren zurückzuführen ist.

Die kleinkalibrigen (ca. 2"), nur teilweise verrohrten artesischen Brunnen einzelner Liegenschaften werden durchwegs von kleinen Brunnenbauunternehmen mit einfachen Bohrgeräten unter Verwendung von Klarspülung hergestellt. Als Bohrwerkzeuge finden dabei Schappen, Meißel und Schnecken Verwendung. Das drehende Bohren wird, wie in den letzten Jahren an einzelnen Baustellen festgestellt werden konnte, oft noch von Hand ausgeführt. Lediglich für den Spülwasserkreislauf werden auch hier Motorpumpen eingesetzt. Es ist daher nicht verwunderlich, daß diese Brunnen durchwegs Tiefen unter 100 m, selten von 150 m und in Ausnahmefällen von 200 m erreichen. Die Verrohrung aller dieser Bohrungen überschreitet nur in Ausnahmefällen Tiefen von ca. 20 m, da die Firmen durchwegs technisch nicht in der Lage waren, den Einbau vorzunehmen. Erst in jüngster Zeit wird von der Wasserrechtsbehörde die vollständige Verrohrung derartiger artesischer Brunnen im Zuge der Bewilligungsverhandlung vorgeschrieben. Es muß jedoch bezweifelt werden, daß der Einbau der Verrohrung immer vorschreibungsgemäß gelingt. Hier sei auf die Problematik der artesischen Einzelanlagen, wie sie L. Bernhart 1972 eingehend darlegt, verwiesen.

Sehr oft wurde diesen Bohrungen ohne ausreichendes Ergebnis hinsichtlich der Erschließung artesischen Wassers an sogenannten Steinrauden (harten Sandsteinbänken) ein willkürliches und zu frühes Ende bereitet. Bei Brunnenerhebungen in verschiedenen Orten der Oststeiermark konnten immer wieder

ergebnislos und daher gescheiterte Bohrungen in Erfahrung gebracht werden, obwohl der Ansatzpunkt in einem Bereich liegt, der mit größter Wahrscheinlichkeit artesisches Wasser erwarten läßt. Es ist daher nicht verwunderlich, daß die tiefste derartige kleinkalibrige Bohrung, eine Bohrung in Unterschützen bei Oberwart (Burgenland), mit 332 m Tiefe darstellt. A. Winkler-Hermaden und W. Rittler (1949) berichten darüber. Bisher konnte in der gesamten Oststeiermark noch keine derartige Bohrtiefe bei diesen kleinkalibrigen Bohrungen festgestellt werden und es muß sohin derzeit ca. 230 m als Maximum angenommen werden. (Artesischer Brunnen bei der Herbstmühle in Habersdorf bei Hartberg mit 238 m Tiefe).

Wesentlich anders verhält es sich bei den, von Bohrfirmen entsprechend den anerkannten Regeln der Technik hergestellten großkalibrigen Bohrungen. Hier wurden in mehreren Fällen Tiefen von 200 m und einmal sogar von 300 m überschritten und mit Filterrohren ausgebaut. Auftraggeber sind dabei durchwegs Gemeinden oder größere Gewerbebetriebe.

In der Folge sollen nun einige der tiefsten derartigen artesischen Brunnen angeführt werden:

Feldbach: Brunnen Nr. 2 der Stadtgemeinde in Gniebing  
Bohrtiefe: 277 m (Ausbautiefe 130 m)

Fürstenfeld: Molkereibrunnen, 320,10 m

Brunnen Nr. V der Stadtgemeinde 250,40 m

Bad Gleichenberg: Brunnen Nr. 3 der Gemeinde in  
Bairisch-Köllldorf 223 m

Brunnen Nr. 4 der Gemeinde in Bairisch-  
Köllldorf 230 m

Abgesehen von dem prinzipiellen, vor allem durch wasserwirtschaftliche Überlegungen von W.Hofrat Dipl.-Ing.Dr.L. Bern-

hart gesteckten Ziel, bei den Untersuchungsbohrungen in der Oststeiermark tiefliegende, bisher von Bohrbrunnen noch nicht erreichte artesische Horizonte aufzuschließen, müssen bei hydrogeologischer Betrachtung zusätzlich nachfolgende Erwägungen angestellt werden. Einleitend sei dazu bemerkt, daß für das Untersuchungsprogramm in Grafendorf, wie H. Zetinigg (1972) schildert, das Tiefenziel durch das kristalline Grundgebirge vorgegeben war, das entgegen der Schätzung von 100 m Tiefe erst in 177,6 m Tiefe angetroffen wurde. Bei allen jüngeren Bohrungen ist auf Grund der Lage ihrer Ansatzpunkte weiter draußen im Tertiärbecken dieses Bestreben von vornherein nicht vertretbar. Es sei hier vermerkt, daß nach K. Kollmann(1964) in den einzelnen oststeirischen Teilbecken folgende max. Tiefen bis zum vortertiären Grundgebirge, das teils aus kristallinen und teils aus paläozoischen Gesteinen besteht, im Zuge der Erdölexploration festgestellt wurden:

Gnaser Becken	mindestens	2500 m
Fürstenfeld-Becken	unter	3000 m
Fehringner Becken	über	3000 m.

Bei den Bohrungen in Eggendorf und Blumau wurde vor allem aus Kostengründen die Bohrtiefe auf 200 m beschränkt, während die geplante Endteufe in Großsteinbach auf 250 m vergrößert wurde. Bei einer im August 1975 beginnenden weiteren artesischen Untersuchungsbohrung in Rollsdorf bei Weiz ist das Bohrziel bereits mit 300 m vorgegeben.

Selbstverständlich stellen die vorgesehenen Bohrtiefen nur Rahmenangaben dar, die in Abhängigkeit von den Untergrundverhältnissen, wie sie sich mit den fortschreitenden Bohrarbeiten darbieten, abgeändert werden können.

Das Antreffen besonders druckhafter und ergiebiger Horizonte oder bohrtechnische Schwierigkeiten können eine Beendigung der Bohrarbeiten vor Erreichen des Tiefenziels bewirken.

Desgleichen wird es auch geboten sein, nur auf Grund der geologischen Verhältnisse, wie z.B. im Blumau, die Bohrung vor Erreichen der geplanten Endtiefen einzustellen. In Blumau wurde z.B. tatsächlich auf die Ausführung des letzten Teufenabschnittes von 190 - 200 m verzichtet und die Bohrung bei 190 m beendet, da auf Grund der gleichlaufenden Bearbeitung der Bohrkerne (durch die RAG) in dieser Strecke mit größter Wahrscheinlichkeit keine weiteren sandig-kiesigen Schichten zu erwarten waren.

Neben den dargelegten wasserwirtschaftlichen und bohrtechnischen Überlegungen sowie den Kosten derartiger Bohrprogramme sind noch die nachfolgend dargelegten geologischen Faktoren bei der Festlegung der Bohrtiefe entsprechend zu berücksichtigen.

### 3.1) Die geothermische Tiefenstufe

Bei tiefliegendem Grundwasser ist anzunehmen, daß es die Temperatur der den Grundwasserleiter begrenzenden Gesteinsschichten annimmt. Dementsprechend ist generell eine der geothermischen Tiefenstufe des meist geringmächtigen (wenige Meter) Grundwasserleiters entsprechende Wassertemperatur zu erwarten. Die Angleichung der Wassertemperatur an die Temperatur des Untergrundes wird dabei vor allem durch die große Verweildauer bzw. die geringe Fließgeschwindigkeit des Wassers im tiefliegenden Grundwasserleiter bewirkt. Es sei hier nur darauf verwiesen, daß die wenigen, bisher durchgeführten Messungen der Filtergeschwindigkeit in gefaßten artesischen Horizonten der Oststeiermark größenordnungsmäßig im cm - bis dm - Bereich liegen. (H. Zojer 1971 sowie J. Zötl und H. Zojer 1973). Es ist nun trotz der Unkenntnis der  $k_f$ -Werte der artesischen Horizonte eine der geringen Filtergeschwindigkeit entsprechende

geringe Abstandsgeschwindigkeit des artesischen Wassers anzunehmen.

Bereits A. Winkler-Hermaden (1961) hat im Zusammenhang mit der Aufnahme und Bearbeitung artesischer Wasservorkommen und Brunnen versucht, aus der Temperatur der erschoteten artesischen Wasser die geothermische Tiefenstufe im Bereich der Brunnen zu bestimmen. Für den Raum Feldbach wird dabei eine geothermische Tiefenstufe von 22 - 23 m/°C, für die Bohrung der Gemeinde Gleichenberg in Bairisch-Kölldorf eine geothermische Tiefenstufe von 24 m/°C und für die artesischen Brunnen der Stadtgemeinde Fürstenfeld eine solche von 19,9 m/°C angegeben.

Abschließend sei dazu bemerkt, daß die zahlreichen Temperaturmessungen an artesischen Brunnen, die sowohl bei den Brunnenenerhebungen der Vereinigung für hydrogeologische Forschungen, Graz, als auch im Zuge der Erhebungen für den Kataster der artesischen Brunnen des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung getätigt wurden, durchwegs eine wesentlich kleinere geothermische Tiefenstufe als 30 m/°C vermuten lassen.

Um die Bedeutung der geothermischen Tiefenstufe für die Wassergewinnung in der Oststeiermark hervorzuheben, soll kurz über die Ergebnisse der artesischen Brunnenbohrungen der Gemeinde Bad Gleichenberg berichtet werden. In Gleichenberg ist ein ständig steigender Wasserbedarf zu bemerken, der auf Grund von Beobachtungen von seiten der Gemeinde zum Teil auch mit der zu hohen Wassertemperatur der kommunalen Wasserversorgungsanlage erklärt wird. Das Wasser wird für diese Anlagen aus derzeit 3 artesischen Brunnen gewonnen, wobei der letzte erst im Jahre 1972 fertiggestellt wurde. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde artesisches Wasser aus dem Brunnen Nr. II (Entnahmetiefe 162 - 188 m) mit einer Temperatur von 18°C und aus dem Brunnen Nr. III (Entnahmetiefe 204 - 217 m) mit



einer Temperatur von  $21^{\circ}\text{C}$  gefördert. Nach Mischung mit den Wässern einer Quelle und eines Schachtbrunnens, die jeweils eine Temperatur von ca.  $12^{\circ}\text{C}$  aufweisen, gelangt das Wasser im Sommer mit einer Temperatur von ca.  $16 - 17^{\circ}\text{C}$  zum Verbraucher (im Winter ca.  $13^{\circ}\text{C}$ ). Diese Temperaturen entsprechen nun keineswegs den Anforderungen an Trinkwasser ( $8 - 12^{\circ}\text{C}$ ).

Der Zusammenhang mit dem hohen Verbrauch wird nun damit erklärt, daß nicht informierte Kurgäste in Erwartung eines kühleren Wassers die Wasserhähne zu lange geöffnet und das Wasser ausströmen lassen. Nach Zuschaltung des neuen artesischen Brunnens (Nr. IV) ist dabei keine Änderung eingetreten, da auch dieses Wasser mit ca.  $20^{\circ}\text{C}$  aus mehreren Filterstrecken bis in eine Tiefe von 182 m fördert.

Auch die Verwendung der 277 m tiefen artesischen Bohrung der Stadtgemeinde Feldbach für die Wasserversorgung der Stadt, an der von H. Janschek Temperaturmessungen vorgenommen wurden, scheiterte im Jahre 1970 nicht zuletzt an der zu hohen Temperatur des Wassers (ca.  $21^{\circ}\text{C}$ ).

Auf die derzeitigen Untersuchungen bezüglich der Gewinnung geothermischer Energie aus warmen Tiefengrundwässern soll hier nicht näher eingegangen werden, sondern die Betrachtungen nur auf die für Trinkwasser optimale Temperatur von  $8 - 12^{\circ}\text{C}$  beschränkt bleiben.

Nimmt man in der Oststeiermark geothermische Tiefenstufen von  $20 \text{ m}/^{\circ}\text{C} - 25 \text{ m}/^{\circ}\text{C}$  und ein Jahresmittel der Lufttemperatur von  $8 - 9^{\circ}\text{C}$  an, so kann man bei artesischen Wässern entsprechend der geothermischen Tiefenstufe ungefähr folgende Temperatur erwarten:

Tiefe	Wassertemperatur bei einer geothermischen Tiefenstufe von 20 m/°C	von 25 m/°C
100 m	12 °C	11 °C
200 m	17 °C	15 °C
300 m	22 °C	19 °C
400 m	27 °C	23 °C

Es zeigt sich also, daß bereits bei Tiefen über 100 m artesisches Wasser mit Temperaturen über dem für Trinkwasser geforderten Optimum von 8 - 12°C auftreten kann. Da meist bei kommunalen Wasserversorgungsanlagen mehrere, in verschiedenen Tiefen gelegene artesische Horizonte genutzt werden, wird einerseits durch Mischung von Wässern verschiedener Temperatur sowie durch Wärmeverluste im Zuge der Speicherung und Verteilung des Wassers trotzdem eine noch tolerierbare Temperatur erzielt und in einigen Fällen auch Wasser aus Tiefen zwischen 100 bis 200 m verwendet.

Unter Ausklammerung der Möglichkeit, gleichzeitig geothermische Energie zu gewinnen, scheint es derzeit kaum möglich, artesisches Wasser aus größeren Tiefen als ca. 300 m für Wasserversorgungen heranzuziehen. Dieses Tiefenmaß wird zur Zeit vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung bei der Aufsuchung tiefliegender artesischer Horizonte als Grenze betrachtet. Die Wassertemperatur des Brunnens Nr. V der Stadt Fürstenfeld, dessen Endtiefe 250 m beträgt, erreicht z.B. 19 °C; das Wasser wird jedoch mit kühleren Wässern aus seichteren Brunnen gemischt.

Um nun die Bodentemperaturen bzw. die geothermische Tiefenstufe in der Oststeiermark innerhalb des Verbreitungsgebietes der artesischen Grundwässer kennenzulernen, wurde an H. Jan-schek der Auftrag erteilt, an den Untersuchungsbohrungen des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung sowie an Bohrungen der Gemeinde Feldbach und Hatzendorf Temperaturmes-

sungen vorzunehmen, deren Ergebnisse im 4. Teil dieses Berichtsbandes vorgelegt werden.

Mit diesen Temperaturmessungen wird jedoch entsprechend den Ergebnissen der Untersuchungen von H. Janschek an den Versuchsbrunnen im Raume von St. Stefan ob Leoben-Kraubath und St. Michael i.O. auch Auskunft über die Teufenbereiche, in denen das Zuströmen von Grundwasser erfolgt, erwartet. Gerade diese Möglichkeiten sind zur Überwindung der Schwierigkeiten bei der Auswahl fassungswürdiger artesischer Horizonte von größter Bedeutung, doch soll darauf später eingegangen werden.

### 3.2) Das Auftreten salinarer Schichtwässer

Auf Grund der Untersuchungsergebnisse der Erdölprospektion der Rohöl-Aufsuchungs-Ges.m.b.H. sind im steirischen Becken in größeren Teufen (einige hundert Meter) meistens saline Schichtwässer zu erwarten, die für Trinkwasserzwecke völlig ungeeignet sind. Auch bei diesen Wässern ist, wie die Bohrungen in Übersbach und vor allem die Bohrung Binderberg (Loipersdorf) zeigen, überdies noch mit höheren Temperaturen zu rechnen. Bei diesen Schichtwässern handelt es sich zum Unterschied von den artesischen Grundwässern, bei denen großteils eine Regeneration als gegeben angenommen wird, um echte Lagerstätten, das heißt Vorkommen ohne Regeneration. Wenn es auch zur Zeit nicht möglich ist, genauere Tiefenangaben über ihr Auftreten zu machen, so muß wohl bei einer wesentlichen Überschreitung der derzeitigen maximalen Bohrtiefen, bei der Erschotung artesischer Wässer von 300 m, mit dem Auftreten salinarer Schichtwässer gerechnet werden.

Testarbeiten an der Soltherme Loipersdorf (Bohrung Binderberg der Rohöl-Aufsuchungs-Ges.m.b.H.) ergaben in einer Tiefe von 1038 - 1082 m (Mittelsarmat) einen NaCl-Gehalt von 0,33 %.

Nach Loginterpretation ist bei Top Sarmat (358,40 m) kein wesentlich süßeres Wasser zu erwarten. In der karpatischen Serie konnte bei 1380 m ein Salzgehalt von 4 ‰ festgestellt werden.

Andererseits zeigten die neuesten Ergebnisse der RAG bei der Bohrung Waltersdorf (Juli 1975), daß Süßwasser auch bis in Tiefen von mehr als 1000 m (Badener Serie) auftreten kann. Die Verwendung dieser Wässer für Trinkwasserzwecke müßte erst geprüft werden.

### 3.3) Das Auftreten kohlenensäurehaltiger und mineralisierter Grundwässer

In der südlichen Oststeiermark befinden sich in größerer Anzahl Sauerlinge, die zum Teil nach dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGBl.Nr. 161/1962) als Heilwässer anerkannt sind und einer intensiven Nutzung unterliegen. Diese Vorkommen erstrecken sich mit dem Hengsberger Sauerbrunn bis in die Weststeiermark und mit dem Kalsdorfer Sauerbrunn bis in das Grazerfeld.

Bereits J. Knett (1925) berichtet von einer Mineralquellenprovinz im südoststeirischen und angrenzenden jugoslawischen Raum, die schätzungsweise ein Ausmaß von 50 x 25 km besitzt, aber durchaus nicht gleichmäßig mit Mineralquellen versehen ist. Dieser Autor unterscheidet innerhalb dieser Mineralquellenprovinz vier Gruppen von Mineralwässern, und zwar die Hengsberg-Kalsdorfer, die Vogauer, die Gleichenberger und die Radeiner-Gruppe, zu der auf österreichischem Boden Sichelndorf und Radkersburg gehören. Die Mineralquelle von Deutsch-Goritz war trotz der wilden Austritte kohlenensäurehaltiger Grundwässer im Gnasbachtal damals noch nicht bekannt, bzw. erschlossen.

Nach A. Winkler-Hermaden (1955) handelt es sich in der südlichen Oststeiermark um eine einheitliche Mineralquellenprovinz, bestehend aus Sauerlingen, die mit dem pliozänen Basaltvulkanismus in Zusammenhang steht. Der Schwerpunkt des Auftretens liegt dabei im Süden im Raume von Radein, Sichel-dorf und Radkersburg. Der nördliche Teil der Oststeiermark einschließlich des durch Basaltvorkommen ausgezeichneten Abschnittes des Raabtales und des Raumes um Fürstenfeld läßt derartige Sauerwässer vermissen.

In der Steiermark stellt die Gruppe der Gleichenberger Mineralquellen derzeit das größte derartige Vorkommen dar. Die von A. Schouppé (1952) in einer Übersichtskarte dargestellten Vorkommen erstrecken sich dabei im Sulzbachtal von Gleichenberg bis Unter-Karla und in östlicher Richtung über Neusetz und Grössing bis Klapping. Auf dieser Karte sind neben gefaßten bzw. erbohrten Mineralquellen auch natürliche mineralisierte und kohlenensäurehaltige Grundwasseraustritte (Mischwässer) sowie Gasexhalationen verzeichnet.

Innerhalb dieser Vorkommen nehmen die Mineralwässer von Gleichenberg eine Sonderstellung ein, die sich in der unterschiedlichen Deutung ihrer Genese von A. Winkler-Hermaden (1955) und A. Schouppé (1952) manifestiert. Während beide Autoren die Zufuhr der Kohlensäure sowie zum Teil die Mineralisierung als postvulkanische Erscheinung in der Folge des pliozänen Basaltvulkanismus sowie das Wasser überwiegend als vadosen Ursprunges anerkennen, werden als Einzugsgebiet dieser vadosen Wasser von A. Winkler-Hermaden das Gleichenberger Trachyt- und Andesit-Gebiet und von A. Schouppé demgegenüber tiefliegende tertiäre (Sarmat) Grundwasserhorizonte angenommen. Die Förderung der postvulkanischen Produkte ist dabei an alte N-S und jüngere E-W Systeme von Störungslinien gebunden.



A. Schouppé (1952) macht besonders auf die horizontale Ausbreitung der postvulkanischen Produkte in den sarmaten Grundwasserleitern, von den erwähnten Störungslinien ausgehend, aufmerksam. Dadurch wird die Mineralisierung und Säuerung dieser gespannten Grundwässer erreicht. In Zusammenhang damit steht auch das, durch Schachtbrunnen und artesische Bohrungen im Sulzbachtal nachgewiesene Auftreten der sogenannten Mischwässer (Sulzwässer), die infolge ihres geringen Mineral- und Kohlensäuregehaltes nicht mehr nach dem Gesetz als Heilwässer anerkannt werden können.

Wesentlich für die Feststellung dieser horizontalen Ausbreitung der postvulkanischen Produkte, auf die schon von J. Knett (1925) unter der Bezeichnung "vertikale Aberration" hingewiesen wurde, sind die Verhältnisse beim Johannesbrunn in Hof bei Straden, wie sie bereits K. Reissacher (1867) schildert. Dort tritt das Sauerwasser bereits in Tiefen von 5 - 35 m unter Terrain auf und die nichtmineralisierten Wässer folgen erst danach in größeren Tiefen.

Dieses Sauerwasser wurde bereits im Jahre 1891 in einem Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Radkersburg (Zl. 1879/150-4 vom 1.4.1891) nach den Bestimmungen des Wasserrechtes als Heilquelle behandelt. Nach einer chemischen Analyse von Prof. Dr. F. Hölzl vom 2.1.1961 handelt es sich um einen Natrium-Hydrogencarbonat-Säuerling.

Auf die in der Oststeiermark auftretenden verschiedenen Erschließungsarten von Mineralwässern bzw. deren Auffindung sei hier an Hand einiger Beispiele kurz hingewiesen.

An einigen Stellen im Tale des Gnasbaches im Raume von Deutsch-Goritz existieren Grundwasserblänken in der Definition von W. Richter und W. Lillich (1975), die durch das Aufsteigen von Gasblasen ( $\text{CO}_2$ ) charakterisiert sind und auf die Möglichkeit zur Gewinnung von Sauerwässern aufmerksam machen. Durch ein

derartiges Vorkommen wurde z.B. der Säuerling von Deutsch-Goritz (Peterquelle) gefunden bzw. erschlossen. Auch heute sind noch derartige Blänken im Gnasbachtal vorhanden. Bei Schrötten (Grundstück Nr. 378, KG. Schrötten) befindet sich in einer flachen Mulde im Talboden des Gnasbaches eine provisorische Fassung in Form eines Brunnenringes, aus dem kohlenensäurehaltiges Wasser geschöpft wird. Ein weiterer, stark verkrauteter Tümpel, der als Grundwasserblänke durch das Aufsteigen von Gasblasen charakterisiert ist, liegt z.B. unmittelbar nördlich der Vereinigung des Gnasbaches mit dem Poppendorferbach.

Bezüglich dieser beiden, durch Kohlenäureaufstieg ausgezeichneten Grundwasserblänken sollen kurz die Verhältnisse bei der Peterquelle in Deutsch-Goritz geschildert werden. Dort wurde an der Stelle eines alten, seichten Schöpfbrunnens (ca. 4,0 m Tiefe), der von der Bevölkerung der umliegenden Ortschaften frequentiert wurde, im Jahre 1959 eine Bohrung abgestossen, die zwischen 4,5 und 5,6 m Tiefe nach einem geologischen Gutachten von A. Thurner (1959) und nach chemischen Wasseranalysen von Prof.Dr. F. Hölzl Sauerwasser erschloß, das bei der damaligen Analyse eine Summe an gelösten Stoffen von 3200 mg/l und freie Kohlenäure in einer Menge von 1916 mg/l aufwies. Bei Fortführung der Bohrung auf Grund des obzitierten Gutachtens von A. Thurner wurde nach tertiären, mergeligen Kalken ein zweiter Kies-Sandhorizont, der einem artesischen Horizont entspricht, zwischen 15,10 und 22,40 m Tiefe erschlossen. Das Wasser dieses Horizontes war etwas stärker mineralisiert (Summe der gelösten Stoffe 3649 mg/l, freie Kohlenäure 2,056 mg/l) und wies ein piezometrisches Niveau von 0,9 m über Terrain auf. Diese Bohrung wurde daher als Filterrohrbrunnen ausgebaut und das Mineralwasser des zweiten, tieferen Horizontes als "Peterquelle" einer Nutzung zugeführt. Die Heilquellenerklärung durch die

Steiermärkische Landesregierung erfolgte mit GZ. 12-188/Ko 1/2o - 196o vom 26.4.196o (LGBl.Nr. 33/196o), wobei dieses Wasser als Natrium-Kalzium-Hydrogencarbonat-Säuerling bezeichnet wurde.

Die Ergebnisse dieser Bohrung stehen im Gegensatz zu den Verhältnissen beim Johannisbrunn in Hof bei Straden. Hier muß die Förderung der postvulkanischen Produkte an Spaltensystemen sowie die Mineralisierung und Säuerung des artesischen Grundwassers wie auch des ungespannten oberflächennahen Grundwassers in den quartären Lockergesteinen - charakteristischerweise in geringerem Maße - unmittelbar im Bereich der erschlossenen Quelle erfolgen.

Weitere Möglichkeiten zur Auffindung von Säuerwässern in diesem Teil der Oststeiermark, die gegenüber den bisher aufgezeigten Beispielen durch keinerlei Hinweise an der Oberfläche kenntlich sind, stellen Bohrungen nach Kohle und Erdöl oder nur nach artesischem Wasser zur Versorgung einzelner Liegenschaften oder Gemeinden dar.

Einer angeblich 125 m tiefen Bohrung nach Kohle, die auf das Jahr 1844 zurückgeht (A. Reibenschuh 1889) ist der Säuerling von Hengsberg (Weststeiermark) zu verdanken. Dieser Säuerling wurde mit Bescheid der Steiermärkischen Landesregierung, GZ. 12-188 He 5/24 - 1966 vom 17.1.1966 entsprechend dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGBl.Nr. 161/1962) als Heilquelle anerkannt und als Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Säuerling typisiert (Grazer Zeitung, Amtsblatt für das Land Steiermark 162.Jahrgang, Stück 29, Graz, am 22.7.1966).

Die Stadtquelle von Radkersburg wurde durch eine im Jahre 1927 bis 400 m Teufe niedergebrachte Erdöl-Sondierbohrung der Fa. Raky-Danubia (K. Kollmann 1964) erschlossen. Nach provisorischer Fassung des überlaufenden Wassers und örtlicher Verwendung für Trink- und Badezwecke wurde im Zuge des

Ausbaues der Quellfassung und Schaffung von Kureinrichtungen im Jahre 1961 eine Sondierung (Fernsehsonde) der Bohrung vorgenommen, die bis in eine Tiefe von 157,20 m eine gut erhaltene Verrohrung von 180 mm Durchmesser nachwies. Dazu ist zu bemerken, daß sämtliche Unterlagen über diese Bohrung zu Kriegsende (1945) verloren gingen. Es gelang jedoch nicht, die Sonde tiefer in die Bohrung einzuführen und den Bereich der Sauerwasser führenden Schichten zu erkunden, da die Bohrung ab dieser Teufe zu stark verkrustet war.

Das über Terrain ursprünglich in einer Menge von 52,5 l/min austretende Wasser wurde mit Bescheid der Steiermärkischen Landesregierung, GZ. 12-188 Ra 3/18 - 1962 vom 27.11.1962, entsprechend dem Steiermärkischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGB1.Nr. 161/1962) als Heilquelle anerkannt und auf Grund chemischer Analysen als Magnesium-Kalzium-Hydrogencarbonat-Säuerling bezeichnet (Grazer Zeitung, Amtsblatt für das Land Steiermark, 158. Jahrgang, Stück 50, Graz, am 14.12.1962).

Als Beispiel für das Ergebnis von Bohrungen nach artesischem Wasser innerhalb der südoststeirischen Mineralquellenprovinz soll der im Jahre 1940 gebohrte artesische Brunnen in Grössing Nr. 35 bei Tieschen erwähnt werden. Dieser angeblich 90 m tiefe und nur mangelhaft verrohrte Brunnen schüttet derzeit ca. 3 l/min. Nach einer Wasseranalyse von Prof. Dr. F. Hölzl, die im Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Radkersburg (GZ. 8 A 1/9 - 1960 vom 5.10.1961) ohne Datum zitiert ist, handelt es sich um einen Hydrogencarbonat-Säuerling mit 1700 mg/l gelöster Stoffe.

Als zweites Beispiel für die Auffindung von Sauerwasser durch eine artesische Bohrung sei kurz über die Bohrung der Gemeinde Tieschen berichtet:

Da diese im Bezirk Radkersburg - im oststeirischen Tertiärbecken, einem Wassermangelgebiet - gelegene Gemeinde große Schwierigkeiten mit der Wasserversorgung hat, wurde im Jahre 1966 versucht, eine geeignete Wasserspende für eine zentrale Wasserversorgungsanlage zu finden.

Auf Grund eines geologischen Gutachtens von Professor Dr. A. Thurner wurde durch einen oststeirischen Brunnenmeister auf dem Grundstück Nr. 352, KG. Tieschen, ca. 200 m nordwestlich des Ortskernes, eine Bohrung nach artesischem Wasser im Spülbohrverfahren mit einem Kaliber von nur 5 mm niedergebracht. Diese Bohrung wurde von der Sohle eines 7,0 m tiefen Schachtbrunnens von 1,0 m  $\varnothing$  bis 90 m Tiefe abgeteuft. Von der Sohle dieses Schachtes wurde hernach bis 17,0 m Tiefe eine Verrohrung von 2" Durchmesser (Eisenrohre) eingebaut. Leider gelang es nicht, die Verrohrung bis zur wasserführenden Schichte einzubauen, die nach dem, entsprechend der Bohrmethode, unzureichenden Bohrprofil des Brunnenmeisters, wahrscheinlich in Form von feinen Sanden in einer Tiefe von 61,80 m bis 91,50 m liegt. Nach einem angeblichen anfänglichen Überlauf von 0,7 l/s brachte ein von der Firma Wolf-Pichler, Graz, in der Zeit vom 14.2. - 22.2.1966 durchgeführter Pumpversuch nur eine Förderung von 0,4 l/s, was dem errechneten mittleren damaligen Tagesbedarf der Gemeinde von 1,7 l/s keinesfalls entsprach (Verhandlungsschrift des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Rechtsabteilung 3, vom 5. Mai 1966). Die am Tage dieser wasserrechtlichen Verhandlung, dem 5.5.1966, vorgenommene Schüttungsmessung ergab nur ca. 3 l/min.

Unabhängig von der unzureichenden Ergiebigkeit dieser Bohrung, die man damals durch die Herstellung eines entsprechend groß kalibrierten Filterrohrbrunnens und durch Pumpenförderung zu erhöhen hoffte, brachte die Wasserqualität weitere Probleme.

Eine am 21.12.1965 vom Wasserbaulaboratorium (Fachabteilung IIIa) der Landesbaudirektion gezogene Wasserprobe ergab eine Gesamthärte von  $57,18^{\circ}\text{d}$ , eine Carbonathärte von  $54,21^{\circ}\text{d}$ . Die Kationensumme betrug  $378,87\text{ mg/l}$ , die Anionensumme  $1241,87\text{ mg/l}$ , wozu noch  $48,66\text{ mg/l}$  gelöste Salze kamen. Weiters konnten  $1676\text{ mg/l}$  freie  $\text{CO}_2$  (gesamt) örtlich gemessen werden. Eine zweite am 22.2.1966 im Zuge des Pumpversuches entnommene Probe brachte ähnliche Werte. (Gesamthärte  $51,41^{\circ}\text{d}$ , Carbonathärte  $50,74^{\circ}\text{d}$ , Kationensumme  $354,99\text{ mg/l}$ , Anionensumme  $1141,48\text{ mg/l}$ ,  $50,01\text{ mg/l}$  gelöste Salze und  $1355\text{ mg/l}$  freie  $\text{CO}_2$  (gesamt) örtlich gemessen.

Dieses Wasser war somit als Säuerling anzusprechen, wobei auch der Gehalt an gelösten Stoffen die Bezeichnung Mineralwasser nach dem Steirischen Heilvorkommen- und Kurortegesetz (LGBl.Nr. 161/1962) gestatten würde. Eine Verwendung für die geplante Ortswasserleitung schien nach dem Laboratoriumsbericht von Dipl.-Ing. L. Zwitnig vom 1.2.1966 nur nach einer Decarbonisierung und nachträglichen Mischung mit ca. 5 - 10 % unaufbereitetem Wasser sowie einer Phosphatisierung, um eine Korrosion und eventuelle Steinablagerung in den Leitungen zu verhindern, möglich. Es wurde daher sowohl auf Grund des quantitativen als auch des qualitativen Ergebnisses dieser Probebohrung auf die Heranziehung dieses Wassers bzw. auf die Errichtung eines artesischen Brunnens (Filterrohrbrunnens) für die geplante zentrale Ortswasserversorgung verzichtet. Der artesische Versuchsbrunnen existiert derzeit noch und soll auf Grund des Bescheides der Steiermärkischen Landesregierung, GZ. 3-348 Ti 3/15 - 1975 vom 18.2. 1975, zur Vermeidung von Wasserverschwendung bzw. einer Schädigung artesischer Horizonte und zum Schutze von Mineralwasservorkommen, die eine große wirtschaftliche Bedeutung besitzen, auf seine gesamte Tiefe vollkommen verschlossen werden.



Gerade dieses Beispiel zeigt gut, welche Schwierigkeiten bei der Trinkwasserbeschaffung in solchen Bereichen auftreten, die durch mehr oder weniger mineralisierte und kohlen-säurehaltige Grundwässer charakterisiert sind. Die Nutzung derartiger Wässer wirft neben der Notwendigkeit von teuren und komplizierten Aufbereitungsanlagen auch die Frage nach einer eventuellen Auswirkung auf benachbarte anerkannte und genutzte Heilwässer auf. Dazu muß nun bemerkt werden, daß in den meisten Fällen eine vorausgehende Beantwortung dieser Frage kaum möglich sein wird und die Antwort nur durch das Experiment, das heißt, die Probebohrung mit Pumpversuch gefunden werden kann.

Alle diese Beispiele zeigen nun, daß bei Bohrungen in der Südoststeiermark vor allem in den Tälern des Pleschbaches bei Tieschen, des Sulzbaches talabwärts von Bad-Gleichenberg, des Gnasbaches und Poppendorferbaches bei Deutsch-Goritz im Raum Perbersdorf und Sulzegg sowie im Murtal im Bereich Sichelndorf - Radkersburg, mineralisierte und kohlen-säurehaltige Wässer bereits in geringen Tiefen auftreten können. Diese Wässer sind für Zwecke der Trinkwasserversorgung nicht geeignet, da ihre Aggressivität sowohl Leitungen als auch alle anderen Arten von Installationen in Kürze unbrauchbar macht. Wenn auch mit heutigen Mitteln zumindest unter großem finanziellem Aufwand eine Aufbereitung dieser Wässer möglich ist, so sollte dieser Wasserschatz doch einer anderen, besonderen Verwertung als Heilwasser für Trink- und Badekuren vorbehalten bleiben.

Die Erlassung der Schongebietsverordnungen für die Peterquelle in Deutsch-Goritz (Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 23. November 1973 zum Schutze der Heilquelle "Peterquelle" in Deutsch-Goritz, politischer Bezirk Radkersburg, LGBL.Nr. 145/1973.) der Radkersburger Stadtquelle Sichelndorfer Josefsquelle (Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 25. September 1963 zum Schutze der Mineral-

wasservorkommen in Sigheldorf und Radkersburg, LGBl.Nr. 211/1963) sowie der Gleichenberger Heilquellen und des Johannisbrunnens (Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 14. Dezember 1971 zum Schutze der Heilquellen in der Gemeinde Bad Gleichenberg (politischer Bezirk Feldbach) und des Johannisbrunnens in der Gemeinde Hof bei Straden (politischer Bezirk Radkersburg), LGBl.Nr. 179/1971) lassen die besondere Bedeutung dieser Wässer erkennen. Durch diese Verordnungen gemäß § 34 Abs. 2 und § 37 des Wasserrechtsgesetzes 1959 (BGBl.Nr. 215/1959) ist innerhalb der Schongebiete für Bohrungen und Grabungen aller Art über unterschiedliche aber meist gering bemessene Tiefen (3-20 m) die wasserrechtliche Bewilligungspflicht geboten. In den einzelnen Bewilligungsverfahren besteht dann die Möglichkeit, besondere Maßnahmen bzw. Schutzvorkehrungen für diese Heilwässer anzuordnen. Durch diese Verordnungen wurde nun, wie die geringe Anzahl artesischer Brunnen im Bezirk Radkersburg (ca. 100) im Vergleich zu anderen oststeirischen Bezirken zeigt, die weitere Zunahme der Anzahl artesischer Brunnen wirkungsvoll unterbunden.

#### 4) Das Erkennen der artesischen Horizonte

Wie im folgenden dargelegt wird, ist durchaus nicht immer kenntlich, in welchen Teufen bei einer Bohrung artesisches Wasser auftritt. Am besten macht es sich natürlich bei großem artesischem Druck bemerkbar, wie z.B. die Versuchsbohrungen in Grafendorf gezeigt haben (H. Zetinigg 1972). Dort wurde in 166,20 - 176,20 m Tiefe ein artesischer Horizont (5. Horizont angefahren), der einen Druck von 1,5 atü besitzt, was sofort zu einem artesischen Überlauf von anfänglich ca. 30 l/s führte. Wesentlich ungünstiger für die Feststellung artesischer Horizonte ist es nun, wenn ein negatives oder nur schwach

positives piezometrisches Niveau vorhanden ist.

Es ist nun festzustellen, daß im steirischen Becken bisher prinzipiell nur Sand-Kies-Horizonte und mit wenigen Ausnahmen Kalke und Kalksandsteine als artesische Grundwasserleiter angesprochen werden, wobei selbstverständlich nicht jede derartige Schichte Wasser führt bzw. einen ausreichenden Nachschub für eine Wassergewinnung besitzt. In zahlreichen Profilen, die durchwegs von Spülbohrungen mit Rollenmeißeln stammen, ist entweder die Beimengung schluffig tonigen Materials oder das Auftreten dünner (cm - dm Bereich) Tonlagen in den artesischen Horizonten verzeichnet. Wenn auch ein Auftreten derartiger Wechsellagerungen im oststeirischen Tertiärbecken gesichert ist (Profile von Kernbohrungen usw.), so ist doch die Frage, ob dies nicht in vielen Fällen auf den Nachfall im Bohrloch zurückzuführen ist, offen. Insgesamt gelten Tone, Schlufftone und Mergel als Grundwasserstauer. Einzelne Bohrprofile von Spülbohrungen mit Rollenmeißel, die keine Sand- oder Kiesschichten aufweisen, aber artesisches Wasser brachten, werden als fehlerhaft bezeichnet. Hier sei als Beispiel eine artesische Bohrung (Nr. 88) in der Weststeiermark, über die H. Zetinig (1973) berichtet, angeführt. Bei dieser 126 m tiefen Bohrung wurde im Zuge der Arbeiten ab 110,8 m artesisches Wasser erschlossen. Das Bohrprofil verzeichnet in diesen Teufen durchwegs nur Schiefertone. Um die Wasserführung zu erklären, sind im Bohrprofil von der Bohrfirma kleine Spalten und Sandadern angegeben, was mehr oder weniger als Alibi für das Vorhandensein artesischen Wassers aufzufassen ist. Diese Bohrung liefert derzeit aus einem 5/4" Steigrohr (unbekannter Tiefe) ca. 1 l/min.

Vergleicht man nun die Ergebnisse der Temperaturmessungen von H. Janschek mit den Bohrprofilen, so sieht man deutlich, daß nicht alle Bereiche, die nach dem Temperaturgradienten

eine Wasserführung erwarten lassen, im Bohrprofil derartige Schichten aufweisen, die nach der bereits dargelegten Gliederung im steirischen Tertiärbecken als Grundwasserleiter anzusprechen sind. Wenn auch die Deutung der Temperaturgradienten bezüglich Grundwasserführung von H. Janschek noch nicht als gesichert anzusehen ist, so scheint eine Untersuchung dieser aufgezeigten Diskrepanz wichtig, da das Temperaturlog die einfachste und vor allem billigste Art geophysikalischer Bohrlochsondierungen darstellt. Dies umsomehr, als auch die Frage, ob artesische Grundwasserleiter im steirischen Becken immer nur in Form von Kiesen und Sanden und eventuell Kalken bzw. Kalksandsteinen gegeben sind, hier gleichzeitig wenigstens prinzipiell geklärt werden könnte.

Dort, wo die Bohrprofile Sand-Kies-Horizonte, also zur Grundwasserführung geeignete Schichten aufweisen und nach dem Temperaturgradienten kein Hinweis auf eine Wasserführung gegeben ist, kann man immerhin annehmen, daß diese wirklich fehlt oder eben das Wasser im Porenraum des Grundwasserleiters nicht in Bewegung ist, wodurch eine Durchmischung nicht zustande kommt. In diesem Fall ist die Annahme, daß es sich zum Teil nur um wasserführende Linsen ohne Nachschub handelt, nicht auszuschließen.

Aus allen diesen Darlegungen ergibt sich, daß die Frage nach dem Erkennen der artesischen Grundwasserleiter noch zahlreiche Schwierigkeiten beinhaltet, die einerseits in der Bohrtechnik und andererseits in der Beschaffenheit der durchörterten Schichten ihren Grund haben. Von der Bohrtechnik her sind ungenaue Bohrprofile auf Grund der Verwendung von Rollenmeißel anzuführen. Gerade die Notwendigkeit größerer Kaliber für den Ausbau der Bohrungen zu Filterrohrbrunnen führt neben den geringeren Kosten dazu, daß weit überwiegend Rollenmeißel verwendet und dementsprechend durchwegs nur ungenaue Bohrprofile erstellt werden. Auf die Ursachen, einerseits die Auf-

nahme des Bohrprofiles aus dem Bohrgut und andererseits die Auswirkungen des Nachfalles, sei hier nicht näher eingegangen. Einen weiteren Punkt stellt das Überbohren der artesischen Horizonte auf Grund der Verwendung von Dickspülung, die das artesische Wasser zurückhält, dar. Dabei wird das artesische Wasser erst bei einer Unterbrechung der Bohrarbeiten aufsteigen und aus dem Bohrloch austreten. Die Teufenzuordnung artesischer Erscheinungen ist nach M. Wagner (1973) meist gut möglich, da der Bohrprozeß alle paar Meter zum Nachsetzen des Gestänges unterbrochen wird. Diese Annahme kann jedoch nur bei Klarspülung oder bei mäßig angereicherter Spülung Gültigkeit haben, es sei denn, der artesische Druck ist besonders hoch. Auch bei vielen der kleinkalibrigen (ca. 2") Bohrungen von Brunnenbaufirmen werden, wie bereits dargelegt, artesische Horizonte überbohrt, obwohl dabei durchwegs nur Klarspülung Verwendung findet. Es sei hier darauf verwiesen, daß beim Durchbohren bindiger Schichten auch aus Klarspülung durch die Aufnahme feinsten Gesteinspartikel - die sich im Spülkreislauf nicht absetzen - eine "natürliche" Dickspülung entsteht (W. Richter und W. Lillich 1975). Insgesamt wird also beim Bohren, besonders wenn geringer artesischer Druck herrscht, nicht immer das Auffahren artesischen Wassers bemerkt. Wenn nach Öffnen eines artesischen Horizontes mit starkem Druck und großer Ergiebigkeit der zu merkbarer Verdünnung der Dickspülung oder gar artesischem Überlauf führt, weitere artesische Horizonte geringerer Ergiebigkeit und geringeren artesischen Druckes erbohrt werden, so werden diese sich kaum mehr bemerkbar machen. Die Identifikation der tiefliegenden artesischen Horizonte ist daher bei Vorhandensein mehrerer derartiger Horizonte besonders schwierig.

Bezüglich der Gesteinsbeschaffenheit ist zu bemerken, daß vor allem dort, wo Feinsande und Schluffe überwiegen, auch vom Bohrkern her nicht mehr festzustellen ist, ob eine arte-

sische Wasserführung gegeben ist bzw. ob diese Horizonte als Grundwasserleiter geeignet sind. Untersuchungen an 6, mittels Kernrohr gezogener, sandig-kiesiger Bodenproben aus Blumau, die von E.P. Nemecek (1974) im Labor durchgeführt wurden, haben dieses Problem noch vergrößert. Die aus den, nach der Gesteinsbeschaffenheit als Grundwasserleiter klassifizierten Schichten stammenden Bodenproben haben durchwegs  $k_f$ -Werte in der Größenordnung von  $10^{-7}$  m/s ergeben. Diese  $k_f$ -Werte, die nach W. Lillich und W. Richter (1975) bei schluffigem Sand auftreten können, sind bereits generell für Grundwasserstauer typisch. Es wird daher im Zuge der weiteren Untersuchungen an artesischen Wässern in der Oststeiermark der Frage nach den  $k_f$ -Werten in artesischen Horizonten unter Berücksichtigung des artesischen Druckes sowie der Entnahmeart der Bodenproben mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden müssen. Es wird dabei auch zu prüfen sein, ob diese ungünstigen  $k_f$ -Werte durch die Verwendung von Dickspülung (Bentonit) bewirkt bzw. beeinflusst sind. Im Zuge von Bohrungen ist durchaus die Möglichkeit gegeben, daß Dickspülung in poröse Gesteinszonen einwandert. Überdies kann auch der Spülmantel des Bohrkernes in dieser Hinsicht zu schlechterem Ergebnis Anlaß geben. Gerade bei locker gelagerten Feinsanden und Schluffen ist bei der Entnahme des Kernes ein Abwaschen der Spülung nicht möglich, da der Kern ja sofort zerfällt, wie bei mehreren vermutlichen artesischen Horizonten in Blumau und Eggendorf festgestellt werden konnte.

All das macht, wie ja in einschlägigen Arbeiten immer wieder dargelegt, geophysikalische Bohrlochmessungen auch bei der Untersuchung der artesischen Wässer in der Steiermark unumgänglich notwendig. Nur durch die Kombination mehrerer bewährter geophysikalischer Meßverfahren (Logs) wird es in Zukunft möglich, artesische Horizonte bei Bohrungen sicher

anzusprechen und die Filterstrecken beim Bau von Filterrohrbrunnen richtig zu setzen. Es sei, abgesehen von der Erdölprospektion, hier auf die guten Erfahrungen mit Bohrlochsonden bei Grundwassererschließungen in Ostdeutschland verwiesen (G. Behrens und M. Wagner 1972), wo zu.B. Gamma-Sonden zur Überprüfung der Profile tieferer "Trockenbohrungen" verwendet wurden, die eine Unterscheidung von Grundwasserleiter und Grundwasserstauer auf Grund des Zerfalles radioaktiver Substanz in Tonmineralien erlauben. Wie G. Milde und B. Forkmann (1970) zusammenfassend berichten, haben die bei der Grundwassererkundung eingesetzten geophysikalischen Verfahren längst ihre Bewährungsprobe bestanden und brauchen auch vom ökonomischen Standpunkt keine Rechtfertigung mehr. Geophysikalische Bohrlochmessungen werden dabei in erster Linie als Korrelations- und Parameterbestimmungsverfahren, aber auch als technische Bohrlochmeßverfahren angewandt.

Zur Darstellung der Schwierigkeiten bei der Identifikation artesischer Horizonte sollen kurz die bisherigen Untersuchungsergebnisse an der Bohrung in Blumau, zusammen mit den Ergebnissen der Brunnenerhebungen, in Form einer Tafel vorgelegt und besprochen werden.

Bei den Bohrarbeiten wurde laut Bautagebuch am Verhalten der Dickspülung bei ca. 65 m Teufe eine artesische Wasserführung bemerkt. Diese Feststellung deckt sich weder mit dem Bohrprofil noch mit den Messungen der Temperaturgradienten von H. Janschek. Da hier wirklich zufriedenstellende Bohrkerne vorliegen, wurden aus drei, von der Materialbeschaffenheit her als Grundwasserleiter klassifizierten Bereichen insgesamt, wie bereits berichtet, 6 Proben von E.P. Nemecek (1974) im Labor untersucht. Diese Proben ergaben durchwegs  $k_f$ -Werte in der Größenordnung von  $10^{-7}$  m/s. Noch vor dem Ergebnis der Laboruntersuchungen wurde eine



Filterstrecke, vor allem auf Grund des Bohrprofiles in den Teufenbereich von 45,5 bis 48,6 m eingebaut. Diese Filterstrecke brachte sofort einen artesischen Überlauf, der sich bei den benachbarten artesischen Hausbrunnen am piezometrischen Niveau auswirkte. In der Tafel sind nun aus dem Teufenbereich von 30 - 85 m alle bisherigen Untersuchungsergebnisse eingetragen. Unter Berücksichtigung der der Probebohrung benachbarten fünf artesischen Brunnen, die mit Druckmeßeinrichtungen versehen sind, kann festgestellt werden, daß trotz der guten Qualität des nach den Bohrkernen aufgenommenen Bohrprofiles keine voll zufriedenstellende Übereinstimmung aller Meßwerte gegeben ist. Nach dem Temperaturgradienten liegt die wasserführende Schichte in geringerer Teufe als nach dem Bohrprofil. Hiezu muß jedoch festgestellt werden, daß die Ergebnisse der Temperaturmessungen durch Strömungen zwischen Verrohrung und Bohrlochwand gestört sein können. Wenn auch hier in 35,0 und 62,0 m Tiefe Zementinjektionen vorgenommen wurden, können in den dazwischenliegenden Bereichen im Mantelraum zwischen Bohrlochwand und Verrohrung durchaus Strömungen auftreten. Dies umsomehr, als gerade in feinsandig schluffigem Material im Zuge der Bohrarbeiten und vor allem aber in diesem Fall durch die Fangarbeiten des verklemmten Bohrgestänges größere Kavernen entstanden sein können, die sich auch auf den Temperaturgradienten auswirken. Die  $k_f$ -Werte entsprechen nicht denen eines Grundwasserleiters, sondern sind größenordnungsmäßig einem Grundwasserstauer zuzuordnen. Alle teufenmäßig dargestellten artesischen Brunnen liegen mit ihrer Endteufe wesentlich tiefer als die wasserführende Schichte, wobei hier aber der Zusammenhang durch die Druckmessungen erwiesen ist. Es sind also hier sicherlich die artesischen Horizonte überbohrt, so daß die jeweilige Endteufe der Brunnen nicht der Teufe artesischer Horizonte entspricht. Eine

# UNTERSUCHUNGSBOHRUNG BLUMAU

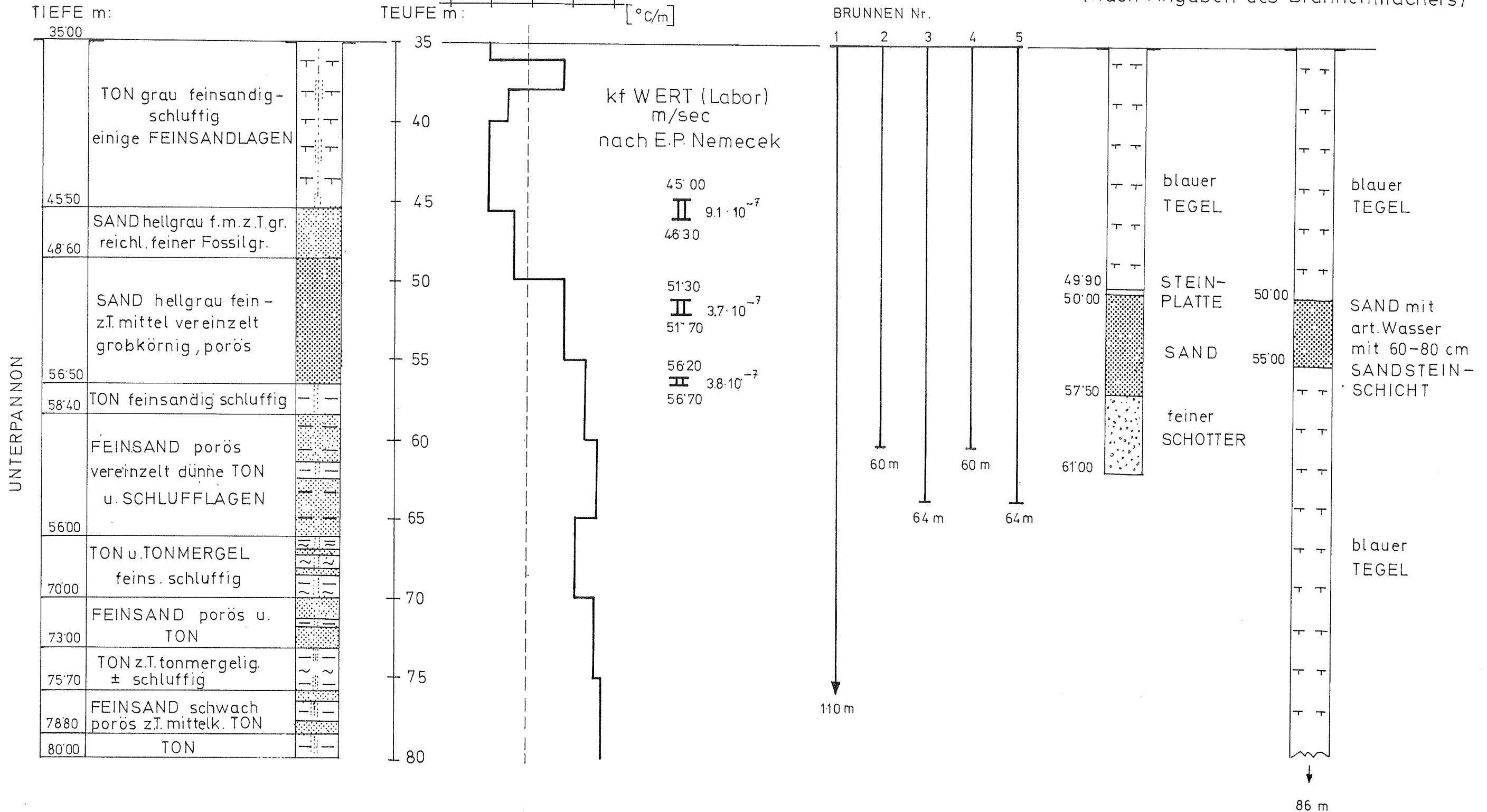
UNTERSUCHUNGEN IM TEUFENBEREICH VON 35.0-80,0 m u. BOHRPROFILE

BOHRPROFIL  
nach H. Polesny

TEMPERATURGRADIENT  
nach H. Janschek

TIEFEN der  
artes. BRUNNEN  
in BLUMAU

BOHRPROFILE von artes. BRUNNEN  
aus BLUMAU  
A Winkler Hermaden u. W. Rittler 1949  
(nach Angaben des Brunnenmachers)



Zuordnung der beiden Bohrprofile, die A. Winkler-Hermaden und W. Rittler (1949) anführen, zu bestimmten artesischen Brunnen in Blumau, ist alleine nach der Endteufe, sowohl der Brunnen als auch der Bohrprofile, nicht möglich. Die Horizonte stimmen jedoch bei unterschiedlicher Mächtigkeit generell gut mit den Ergebnissen der Kernbohrung überein und lassen ebenfalls erkennen, daß die Brunnen in Blumau fast durchwegs übertieft sind. Die Terrainoberkante differiert bei der Untersuchungsbohrung und den fünf artesischen Brunnen um maximal 1,0 m, was bei der Darstellung auf der Tafel vernachlässigt wurde. Gerade die Betrachtung dieser Tafel zeigt, daß der Einsatz weiterer geophysikalischer Bohrlochmeßverfahren zur Identifikation der tiefliegenden Grundwasserleiter unbedingt notwendig ist. Dementsprechend werden auch bei den zukünftigen Bohrungen des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung nach artesischem Grundwasser Messungen des elektrischen Eigenpotentials und des elektrischen Widerstandes im Bohrloch zusätzlich zum Temperaturlog zum Einsatz gelangen.

#### 5) Die Bohrung in Eggendorf

Am 8.9.1973 wurde von der Firma Dipl.-Ing. E. Pichl & Co., die als Best- und Billigstbieter bei einer öffentlichen Ausschreibung den Zuschlag erhielt, unter Verwendung einer Rotationsbohranlage mit den Arbeiten in Eggendorf begonnen. Bei den am Talrand gelegenen Ansatzpunkt der Bohrung war nur geringmächtiges Quartär in Form von Sanden und Lehmen zu erwarten, was sich wie aus dem Bohrprofil ersichtlich auch bestätigte. Anfänglich wurde mit einem Rollenmeißel von 267 mm  $\emptyset$  eine Tiefe von 13,30 m erreicht und diese Strecke danach auf 320 mm  $\emptyset$  aufgebohrt, um ein verzinktes Stahlrohr von 267 mm  $\emptyset$  einbauen zu können. Dieser Einbau wurde

bis in eine Tiefe von 10,5 m vorgenommen und danach das Vollrohr als Sperrrohr mit Zement verpreßt.

Ab 13,30 m wurden nun die Arbeiten mit einem Doppelkernrohr von 116 mm  $\varnothing$  (Kerndurchmesser 101 mm) und Klarspülung fortgesetzt. Nach Erreichen einer Tiefe von ca. 16,0 m trat starker Nachfall von Sand auf. Die Bohrung mußte daher bis 35,0 m auf einen Durchmesser von 230 mm erweitert und bis 30,80 m Tiefe Futterrohre von 203 mm Nennweite eingebaut werden. Unter zeitweiligem trockenem Bohren mit Doppelkernrohren von 139 mm  $\varnothing$  (Kerndurchmesser 116 mm) und ständigem Nachziehen der Futterrohre bis 39 m unter Terrain wurde eine Tiefe von 149,0 m erreicht. Auch aus der Bohrlochstrecke unter 39 m war ein ständiger Nachfall von Sand gegeben, der mehrmals ein Verklemmen des Kernrohres bewirkte. Aus diesem Grunde wurde dann auch nur mehr Dickspülung mit Bentonit verwendet. Trotzdem bildeten sich durch den dauernden Nachfall aus den Bohrlochwänden große Kavernen. Auf Grund dieser Kavernen traten nun Brüche des Bohrgestänges bei 82,20 m und bei 72,50 m ein.

Die Fangarbeiten gelangen und es konnte die Bohrung unter einem weiteren Gestängebruch bei 62,50 m bis 164 m Tiefe geführt werden. Nach Erreichen dieser Tiefe trat bei 57,50 m wiederum ein Gestängebruch ein. Das Kernrohr rutschte dabei auf die Bohrlochsohle ab, während das Gestänge nur bis 53,0 m u.T. aufgezogen werden konnte. Die Fangarbeiten gelangen anschließend, doch mußten - um das Kernrohr zu bergen - die Futterrohre gezogen werden.

Eine Schilderung der einzelnen technischen Schwierigkeiten erübrigt sich hier, doch muß ausdrücklich bemerkt werden, daß vor allem durch den starken Nachfall aus dem vorwiegend sandigen Schichtkomplex große Kavernen entstanden, in deren Bereich die vielen Gestängebrüche auftraten, wobei die Fangarbeiten derartige Verzögerungen verursachten, daß die Boh-

rung bzw. der Versuchsbrunnen erst im Februar 1974 fertiggestellt werden konnten. Ein großer Nachteil war dabei sicherlich, daß Futterrohre nur bis 30,80 m eingebaut wurden.

Da sich mehrere Sandkomplexe, in denen eine artesische Wasserführung zu vermuten war, zeigten, wurde nun beschlossen, drei Horizonte folgendermaßen zu fassen:

Filterrohrstrang A	PVC-Rohre, Nennweite 100 mm
0,0 - 1,0 m ü.T.	Standrohr
0,0 - 91,5 m u.T.	Aufsatzrohre
91,5 - 93,5 m "	Filterrohre
93,5 - 100,0 m "	Sumpfrohre
Filterrohrstrang B	PVC-Rohre, Nennweite 100 mm
0,0 - 1,0 m ü.T.	Standrohr
0,0 - 76,3 m u.T.	Aufsatzrohre
76,3 - 83,2 m "	Filterrohre
83,2 - 90,0 m "	Sumpfrohre
Filterrohrstrang C	PVC-Rohre, Nennweite 2"
0,0 - 0,5 m ü.T.	Standrohr
0,0 - 16,5 m u.T.	Aufsatzrohre
16,5 - 37,4 m "	Filterrohre
37,4 - 41,4 m "	Sumpfrohre

Alle diese Verrohrungsstränge wurden in dieses, entsprechend erweiterte Bohrloch eingebaut, weswegen zur Trennung der gefaßten artesischen Horizonte 2 Zementinjektionen vorgenommen werden mußten, und zwar in 65,0 m und 87,0 m Tiefe.

Abgesehen von den bohrtechnischen Schwierigkeiten, die neben den mächtigen, vorwiegend sandig schluffigen Schichten wohl auch an der gerätemäßigen Ausrüstung lagen, brachte die Bohrung ein unerwartetes Ergebnis in Form der großen Mächtigkeit der unterpannonen Schichtfolge. Die Verfolgung der ar-

tesischen Horizonte von Grafendorf und Seibersdorf gelang aus diesem Grunde nicht. Die in Grafendorf und Seibersdorf erschlossenen, artesischen Wasser führenden Horizonte liegen, unabhängig von der Frage nach ihrer gesteinsmäßigen Beschaffenheit (Grundwasserleiter oder Stauer), hier wesentlich tiefer. Auffallend ist das Überwiegen feinsandig schluffiger Schichten. Das negative piezometrische Niveau aller grundwasserführenden Schichten bei dieser Bohrung ergibt sich aus der Lage des Ansatzpunktes der Bohrung am Talrand. Die fünf bei den artesischen Brunnen in Eggendorf installierten Druckmeßstationen ließen daher keine Beeinflussung durch die Bohrarbeiten erkennen. Aus diesem Grunde ist keine Aussage über die Verbreitung der artesischen Horizonte auch in dem durch die Meßstationen erfaßten Gebiet möglich. Das Temperatur-log konnte bis 90,0 m Tiefe eingefahren werden. Die Filterrohrstränge B und C erfassen die beiden, nach dem Temperaturgradienten günstig zu beurteilenden wasserführenden Horizonte (siehe H. Janschek), die zwischen 30 und 32 m sowie zwischen 75 und 82,5 m Teufe liegen.

#### 6) Die Bohrung in Blumau

Am 1.12.1973 wurde von der Fa. Dipl.-Ing. E. Pichl & Co., Klagenfurt, die als Best- und Billigstbieter bei einer öffentlichen Ausschreibung den Zuschlag erhielt, mit den Bohrarbeiten begonnen. Für diese Arbeit wurde ebenfalls eine Rotationsbohranlage verwendet. Da die Bohrung am Talrand gelegen ist und daher nach Lehmen bereits mit tertiären Schlufftonen zu rechnen war, wurde von Anfang an ein Doppelkernrohr von 116 mm  $\emptyset$  (Kerndurchmesser 100 mm) verwendet. Nach Erreichen einer Teufe von 8,70 m wurde nach entsprechender Erweiterung des Kalibers der Bohrung ein verzinktes Stahlrohr von 267 mm  $\emptyset$  als Sperrohr einzementiert.

Danach wurden die Arbeiten mit dem erwähnten Doppelkernrohr fortgesetzt, wobei Dickspülung Verwendung fand. Zwischen 65,0 und 70,0 m waren während der Bohrarbeiten Anzeichen einer artesischen Wasserführung zu bemerken, doch gelang es ohne Schwierigkeiten, die Bohrung weiterzuführen. Ab ca. 154,0 m Tiefe trat dann ein starker Spülungsverlust ein, der die Bohrarbeiten wesentlich erschwerte.

Nach Erreichen einer Teufe von 190,40 m verklemmte sich das Kernrohr beim Ausfahren in 186,0 m Tiefe. Da es mit dem Bohrgestänge nicht gelang, das Kernrohr frei zu bekommen, wurden insgesamt 5 Sprengversuche im Bohrloch durchgeführt.

Erst danach gelang es, mit einer 15 t Stockwinde das Kernrohr ca. 1,50 m zu heben. Nun wurde versucht, unter Zuhilfenahme einer zweiten 15 t Stockwinde, das Bohrgestänge weiter herauf zu ziehen. Dieser Versuch hatte anfangs auch Erfolg, doch dann brach das Gestänge bei 110,5 m, was eine weitere Verzögerung der Arbeiten verursachte.

Nach Behebung dieses Bruches wurde das Bohrloch mittels Rollenmeißels bis in eine Tiefe von 65,0 m auf 245 mm  $\varnothing$  erweitert.

Nun konnte endlich der Filtereinbau erfolgen, wobei zur Fassung von 2 artesischen Horizonten 2 getrennte Rohrstränge eingebaut wurden. Es ist dies eine Vorgangsweise, die besondere Sorgfalt notwendig macht, da mittels einer Zementationsstrecke eine Kommunikation der beiden Rohrstränge unterbunden werden muß.

Zuerst wurde der Rohrstrang A (West), bestehend aus PVC-Rohren von 4" Nennweite, bis in eine Tiefe von 180,0 m eingebaut, wobei die Filterstrecke nachfolgende Tiefe einnimmt:

0,0 - 1,0 m ü.T.	Standrohr
0,0 - 175,5 m u.T.	Aufsatzrohre
175,5 - 177,0 m "	Filterrohr mit Radialschlitten, s = 0,5 mm
177,0 - 180,0 m "	Sumpfrohr

Danach wurde nun in 62,0 m Tiefe eine Zementinjektion vorgenommen und dann der zweite Rohrstrang B (**Ost**), ebenfalls bestehend aus PVC-Rohren von 4" Nennweite, folgendermaßen eingebaut:

0,0 -	1,0 m ü.T.	Standrohr
0,0 -	45,5 m u.T.	Aufsatzrohr
45,5 -	48,6 m "	Filterrohr
48,6 -	55,0 m "	Sumpfrohr

Nach Einbau dieses Rohrstranges wurde eine zweite Zementinjektion in 35,0 m Tiefe vorgenommen, um eine Abdichtung gegen die seichtliegenden artesischen Horizonte zu erreichen.

Es zeigte sich nun, daß in beiden Strängen das artesische Wasser 1,32 m über Terrain anstieg, so daß eine Kommunikation zwischen den beiden Rohrsträngen angenommen werden mußte. Dies wurde von seiten der Bohrfirma auf eine undichte Flanschverbindung der PVC-Rohre im Rohrstrang A zurückgeführt, weswegen der Einbau eines Steigrohrstranges in diesen vorgeschlagen wurde.

Es wurde nun nachträglich eine PVC-Verrohrung von 70 mm Nennweite bis 122 m Tiefe in den Rohrstrang A eingebaut. Dadurch gelang es wirklich, die festgestellte Kommunikation, die entsprechend der Annahme einer undichten Rohrverbindung weniger in einer Mischung der artesischen Wässer der beiden gefaßten Horizonte als vorwiegend nur in einem Druckausgleich vermutet wurde, zu beheben. Es stellte sich danach mit einem artesischen Anstieg von 2,48 m ü.T. in Strang B ein unterschiedliches Druckniveau in den beiden Rohrsträngen ein. Nach Durchführung dieser Sanierungsarbeit konnte nun auch die Einrichtung von Druckmeßstationen (Messung der Schwankungen des artesischen Wasserspiegels) ähnlich den Einrichtungen an den artesischen Versuchsbrunnen in Grafendorf und Seibersdorf durch die Vereinigung für hydrogeologische Forschungen in Graz erfolgen.



Abschließend sei noch vermerkt, daß während der Bohrarbeiten immer dann, wenn ein Überlauf der artesischen Wasser eintrat, ein Absinken des piezometrischen Niveaus des ca. 50 m tiefen artesischen Hausbrunnens in Blumau Nr. 11 (Franz Salmhofer) zu bemerken war.

Bei dem ca. 3 Stunden dauernden Klarspülen der Filter von Rohrstrang B (55,0 m Gesamttiefe), das mit einer Förderleistung von ca. 0,75 l/s durchgeführt wurde, sank der Druckspiegel vom Brunnen Nr. 11 sogar unter Terrain ab. Diese besonders starke Reaktion dieses Brunnens wird wohl auch mit dem Zustand dieses Brunnens in Zusammenhang stehen. Die nur bis ca. 12 m verrohrte Bohrung ist wahrscheinlich schon weitgehendst zugewachsen, weiters dürfte die Verrohrung bereits schadhaft sein, so daß durch seitliche Wasserverluste der Druck abgeschwächt wird. Es sei hier vermerkt, daß auch die übrigen beobachteten artesischen Brunnen Reaktionen des piezometrischen Niveaus auf die Bohrarbeiten zeigten.

#### 7) Die Bohrung in Großsteinbach

Am 17.9.1974 wurde von der Firma Etschel & Meyer, Schladming, die als Best- und Billigstbieter bei einer öffentlichen Ausschreibung den Zuschlag erhielt, mit den Bohrarbeiten begonnen. Es wurde dazu eine Rotationsbohranlage vom Typ UH 1 herangezogen.

Als Bohrwerkzeug wurde zu Beginn, um die alluvialen Ablagerungen des Feistritztales zu durchhörtern, ein Greifer von 530 mm  $\emptyset$  verwendet und erst ab 9,70 m Tiefe in blaugrauem Ton mit dem Kernbohrer begonnen. Bei dem anfänglichen Bohren mit dem Greifer fanden natürlich Bohrröhre Verwendung. Vor Beginn des Kernbohrens wurden nun Bohrröhre von 240 mm  $\emptyset$

eingebaut, bis 9,70 m Tiefe eingepreßt und der Ringraum mit lehmigem Material verfüllt.

Die Kernbohrung wurde nun mit einem Doppelkernrohr von 172 mm  $\varnothing$  mit Zahnkrone in Angriff genommen, wobei Dickspülung zum Einsatz gelangte. Ab 70,70 m Tiefe wurde ein Doppelkernrohr von 142 mm  $\varnothing$  verwendet.

Es sei hier noch vermerkt, daß bereits bei 23,20 m ein Überlaufen artesischen Wassers auftrat, das nur durch die Erhöhung des spezifischen Gewichtes der Dickspülung auf 1,3 kp/dm<sup>3</sup> durch Tonzusatz unterbunden werden konnte.

Im Zuge der weiteren Bohrarbeiten trat bei 109,70 m Tiefe nach Ausfahren des Bohrwerkzeuges ein Überlauf artesischen Wassers von anfangs 3 l/s auf, der innerhalb einer Stunde auf 7 l/s zunahm. Um einerseits diesen Überlauf zu unterbinden und andererseits den Druck zu messen, wurde auf das Sperrohr (240 mm  $\varnothing$ ) ein Manometer aufmontiert. Es gelang jedoch nicht, damit das Ziel zu erreichen, da nun das artesische Wasser nach ca. 3 Stunden zwischen Bohrlochwand und Sperrohr einen Aufstiegsweg fand und mit ca. 2 l/s überlief. Am Manometer baute sich daher kein Druck auf. Dieses Ergebnis zeigte, daß es nicht genügt, beim Einbau eines Sperrohres den Ringraum nur mit lehmigem Material zu verschließen, wie es hier von der Firma versucht wurde. Nur die ausschreibungs-gemäße Zementierung des Sperrohres hätte dieses Ergebnis verhindern können.

Um nun diesen artesischen Überlauf endlich zu unterbinden, wurde anstatt einer Zementierung des artesischen Horizontes eine Hilfsverrohrung von 168 mm  $\varnothing$  bis in eine Tiefe von 66,0 m, also über den artesischen Horizont hinausreichend, eingebaut. Dadurch konnte der artesische Überlauf auf 0,75 l/s herabgemindert werden, so daß die Bohrarbeiten fortgesetzt werden konnten. Auch mit dieser Maßnahme gelang es nicht, den Überlauf ganz zu unterbinden.

Dieser Überlauf, der in der Folge ca. 1 l/s betrug, erfolgte nun nur aus dem Ringraum zwischen dem Sperrohr und der Hilfsverrohrung (168 mm Ø).

Vor Tieferführung der Bohrung mußte die Strecke von 65,0 - 109,70 m nachgebohrt werden, danach konnten die Arbeiten mit Doppelkernrohren von 116 mm Ø fortgesetzt werden. Nachdem die Tagesleistung (einer Schicht) anfänglich von ca. 5 m/d auf Leistungen von maximal 13 m/d gesteigert werden konnte, nahm diese nun wieder allmählich ab und fiel bei einer Sandschichte in 184,30 m auf 1,1 m/d, da die Zahnkrone in diesem Material sofort stumpf wurde. Bei einer Tiefe von 200 m erwies sich nun die Maschine als zu schwach und die Firma beschloß, diese gegen ein schwereres Gerät (Type UH II) auszutauschen.

In der Zwischenzeit stellte sich neben dem Überlauf aus dem Ringraum auch ein schwacher Überlauf (ca. 4 l/min) aus der Hilfsverrohrung ein.

Nach Aufstellung des neuen Bohrgerätes wurde mit einem Rollenmeißel von 142 mm Ø von 70,0 m bis zur damaligen Endteufe von 201,60 m nachgebohrt. Erst dann konnte die Kernbohrung mit einem Doppelkernrohr von 142 mm Ø fortgeführt werden. Während des Bohrens blieb nun auch der Überlauf aus dem Ringraum der beiden Rohrstrecken aus, erst ab 220,70 m Tiefe konnte jeweils am Morgen vor Beginn der Bohrarbeiten ein ganz schwacher Überlauf festgestellt werden. Nun konnte die Bohrung ohne weitere Schwierigkeiten mit Tagesleistungen von 3 - 6 m/d zu Ende geführt werden (249,10 m).

Auf Grund der Bohrkerne wurde im Einvernehmen mit dem Bohrmeister ein tiefer artesischer Horizont für die Fassung ausgewählt, wobei die Wahl auf Grund des hohen Grobsandanteiles auf den Horizont von 112,85 bis 117,35 m fiel.

Danach wurde das Bohrloch von 249,10 m bis 121,0 m mit lehmigem Schotter aufgefüllt und von 121,0 - 120,0 m abzementiert. Die Verrohrung, bestehend aus verzinkten Stahlrohren von 4" Nennweite, wurde in nachfolgender Weise eingebaut:

0,0 m - 1,0 m	ü.T.	Standrohr
0,0 m - 114,0 m	u.T.	Aufsatzrohre
114,0 m - 117,0 m	"	Filterrohre
117,0 m - 120,0 m	"	Sumpfrohr

Nach Auffüllen des Ringraumes von 120,0 - 66,0 m mit gewaschenem Kies wurde unter gleichzeitigem Zementieren (von 66,0 - 0,0 m) die Hilfsverrohrung (168 mm  $\varnothing$ ) gezogen. Nun wurde auch das Bohrrrohr von 203 mm Nennweite als Sperrohr endgültig einzementiert.

Nach Klarspülen der Filterstrecke stieg das artesische Wasser bis 7,0 m unter Terrain in der Verrohrung hoch.

### 8) Die Bohrung der Gemeinde Hatzendorf

Der Ort Hatzendorf (Gemeinde Hatzendorf) wird bisher nur durch Einzelwasserversorgungsanlagen, in Form von Quellen, Schachtbrunnen oder artesischen Brunnen, versorgt. Einerseits auf Grund der schlechten Qualität der oberflächennahen Grundwässer und andererseits auf Grund des zunehmenden Wasserbedarfes entschloß sich die Gemeinde, mit der Planung einer zentralen Wasserversorgungsanlage zu beginnen. Als erster Schritt sollte dazu eine geeignete Wasserspende ausfindig gemacht und sichergestellt werden.

Das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung wurde nun von seiten der Gemeinde ersucht, bei der Auswahl der Wasserspende, auf Grund des in diesem Referat vorhandenen Überblickes über die verschiedenen Wassergewinnungsmöglichkeiten, bera-

tend mitzuwirken. Im Jahre 1973 fand nun eine Besprechung mit Vertretern der Gemeinde Hatzendorf statt, wobei auf Grund der geologischen Verhältnisse in diesem Gebiet nachfolgender Überblick über die Möglichkeiten der Wassergewinnung gegeben wurde.

Hier soll nochmals darauf hingewiesen werden, daß diese im steirischen Becken gelegene Gemeinde nach dem Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973) in einem bezüglich Trinkwasser "wasserarmen" Gebiet liegt.

Diese Ortschaft befindet sich nun in einem Bereich pannoner Schichten, bestehend aus Schluff-Tonen und Tegeln mit eingelagerten Schottern, Kiesen und Sanden. Die quartäre Talfüllung des Grazbachtals, die im Maximum ca. 10-12 m Mächtigkeit erreicht, besteht aus vornehmlich feinem sandigem und kiesigem Material mit einer lehmig-sandigen Deckschichte. Der Grundwasserspiegel liegt seicht und dringt bei hohen Wasserständen gegen die erwähnte Deckschichte vor. Es ist daher mit einer zeitweiligen leichten Spannung des Grundwasserspiegels zu rechnen.

Auf Grund der örtlichen geologischen Verhältnisse sind im Gemeindegebiet nachstehende Wassergewinnungsmöglichkeiten gegeben:

- a) Quellen im Hügelland: Es handelt sich dabei vornehmlich um Schichtquellen sowie kleinere, an Rutschungen gebundene Quellaustritte. Auf Grund der durchwegs geringen Schüttungen (mehrere l/min) mußte von der Verwendung von Quellen dringend abgeraten werden.
- b) Das oberflächennahe Grundwasser der Talalluvionen (Quartär): Abgesehen von der Unkenntnis des mengenmäßigen Dargebotes, das erst durch Probebohrungen festzustellen wäre, ist wie Hausbrunnen (Schachtbrunnen) hier und in anderen vergleichbaren Talbereichen der Oststeiermark zeigen, die Qualität des Grundwassers in chemischer (hoher Eisengehalt) und z.T.

auch in bakteriologischer Hinsicht für Trinkwasserzwecke ungeeignet und muß aufbereitet werden.

- c) Artesisches Wasser: Die Wechsellagerung der tertiären Schichtfolge zwischen pelitischen Schichten als Stauer und klastischen Schichten als Grundwasserleiter bietet die Möglichkeit zur Führung artesischer Grundwässer. Auch hier muß die Menge bzw. Ergiebigkeit dieser tiefliegenden Wasservorkommen erst festgestellt werden. In hygienischer Hinsicht ist zu erwarten, daß sie bei fachgerechter Fassung entsprechen. Auch bei dem artesischen Grundwasser ist wegen des erhöhten Eisengehaltes bei kommunalen Anlagen häufig eine Enteisenung notwendig (z.B. Feldbach, Gleichenberg usw.).

Zur Gewinnung artesischer Grundwässer, die für den gegenständlichen Wassermangelbereich die günstigste Möglichkeit der Wasserbeschaffung darstellen, ist das Nachstehende zu berücksichtigen:

In Hatzendorf bestehen derzeit 11 artesische Brunnen, wovon einer bereits gänzlich versiegt ist. Nur von einem einzigen Brunnen (Landwirtschaftsschule) liegt ein Bohrprofil vor. Es muß jedoch dazu bemerkt werden, daß dieses auf Grund einer Spülbohrung erstellte Bohrprofil keineswegs als sichere Grundlage für die Errichtung eines weiteren Brunnens dienen kann. Dieses Bohrprofil zeigt mehrere geringmächtige artesische Horizonte (1 bis 2 m) bis in eine Tiefe von 35 m. Der ausgebeutete artesische Horizont, bestehend aus Feinsanden, liegt in einer Tiefe von 127 bis 153 m.

Bei den übrigen Bohrungen, die zum Großteil Tiefen zwischen 50 und 60 m erreichen, kann unter der Voraussetzung, daß dieselben jeweils in einem artesischen Horizont enden, ein solcher in der Tiefe von 50 - 60 m angenommen werden. Zwei Bohrungen erreichen ca. 100 m Endtiefe, eine sogar 120 m. Diese

Einzelergebnisse lassen tiefere artesische Horizonte nicht ausreichend begründet erscheinen.

Die Bohrprofile der RAG-Bohrungen des Grazbachtals lassen keinerlei Schlüsse auf artesische Horizonte zu. Sie enden durchwegs in 19,0 oder 21,0 m Tiefe.

Die bestehenden artesischen Brunnen erlauben lediglich die Aussage, daß im tieferen Untergrund des Grazbachtals artesisches Wasser vorhanden ist. Sowohl die Anzahl als auch die Tiefenlage und Ergiebigkeit dieser artesischen Horizonte sind unbekannt und müssen durch eine Probebohrung festgestellt werden.

Die bestehenden artesischen Brunnen lassen vermuten, daß ein artesischer Horizont zwischen 50 und 60 m Tiefe und ein weiterer artesischer Horizont in ca. 100 m Tiefe und darunter liegt.

Diese Angaben können lediglich dazu dienen, die Tiefe der Probebohrung festzulegen. Es wurde daher empfohlen, die Probebohrung vor allem im Hinblick auf den artesischen Brunnen der Landwirtschaftsschule auf eine Tiefe von 160 m auszulegen.

Die dargelegten hydrogeologischen Verhältnisse in diesem, für steirische Verhältnisse typischen Wassermangelgebiet lassen eine derartige Probebohrung vertretbar erscheinen. Gerade im Raabtal erfolgt die Wasserversorgung der Gemeinden bisher vorwiegend durch artesisches Wasser. Erst jetzt wird vom Oberlauf des Raabtales Quellwasser aus der Weizklamm bis in die Gegend von Gleisdorf geführt, da dort das Anbot an artesischem Wasser nicht mehr ausreicht. Die für Hatzendorf benötigte Wassermenge wurde auf ca. 3 bis 4 l/s geschätzt.

Auch hier zeigt das Ergebnis der Probebohrung wieder deutlich, daß von den Brunnentiefen alleine ausgehend, eine sichere Aussage über Anzahl und Tiefenlage artesischer Horizonte entsprechend den Ausführungen von H. Zetinigg (1972) nicht

möglich ist. Das einzige vorhandene Bohrprofil (Landwirtschaftsschule) konnte hier ebenfalls keine wesentliche Hilfe leisten, da es die für die angewandte Bohrmethode (Spülbohrung mit Rollenmeißel) typischen Ungenauigkeiten (H. Zetinig 1973) zeigt.

Um nun die notwendige Wasserspende für die geplante zentrale Ortswasserversorgung sicherzustellen, wurde die Fa. Etschel & Meyer, Schladming, von der Gemeinde beauftragt, eine Versuchsbohrung von 160 m Tiefe niederzubringen. Diese Arbeiten wurden mit einem hydraulischen Bohrgerät im Spülbohrverfahren mit Rollenmeißel durchgeführt. Der Bohrkaliber betrug bis 15,80 m Tiefe 200 mm und dann bis zur Endtiefe von 160 m 140 mm. Ein Sperrrohr von 168 mm Außendurchmesser wurde bis 15,30 m Tiefe eingebaut, um das oberflächennahe Grundwasser aus dem Teufenbereich von 6,40 - 9,0 m fernzuhalten.

Ein Vergleich des Bohrprofiles dieser Bohrung mit denen von Großsteinbach, Blumau und Eggendorf läßt deutlich den Unterschied in der Verwendung von Kernrohren und Rollenmeißel, die hier wesentlich geringere Differenzierung der durchörterten Schichten erkennen.

Der erste artesische Horizont wurde in einer Tiefe von 32,40 bis 36,10 m angefahren. Aus diesem Horizont wurde nun ein Pumpversuch von 108 Stunden Dauer (vom 21.5. - 26.5.1974) bei einer Förderleistung von 3 l/s durchgeführt. Dafür wurden von 0,0 - 33,0 m Vollrohre (108 mm  $\emptyset$ ) und von 33,0 - 36,0 m Tiefe Filterrohre (4"  $\emptyset$ ) eingebaut, die hernach wieder gezogen wurden. Nach Abpumpen der Dickspülung stellte sich ein Überlauf von 0,5 l/s ein. Der Pumpversuch selbst erfolgte nach dem Prinzip der Mammutpumpe, wobei ein Luftgestänge von 1"  $\emptyset$  bis 18,0 m Tiefe eingebaut wurde, und die Verrohrung (Mantelrohre) als Förderleitung diente. Ein Messen des Brunnenwasserspiegels war daher nicht möglich, prinzipiell kann dabei



nach Mitteilung der Bohrfirma jedoch mit einer Absenkung von maximal 12 - 15 m gerechnet werden.

Nach Ausbau dieser Verrohrung wurde die Bohrung bis zur Endteufe von 160 m fortgesetzt, wobei wegen des Antreffens von sandigen Schichten in einer Tiefe von 143,5 - 146,0 m ein zweiter Pumpversuch vorgenommen wurde, der jedoch ein negatives Ergebnis brachte.

Um die Bohrung für weitere Untersuchungen und Messungen offen zu halten, wurden bis in eine Tiefe von 150 m PVC-Rohre von 4"  $\varnothing$  eingebaut und verschlossen. In dieser Verrohrung konnten auch die Temperaturmessungen vorgenommen werden.

Diese Untersuchungsbohrung erfüllt nun leider die Hoffnung auf weitere, tiefer liegende artesische Horizonte nicht. Wesentlich ist nun, daß während des ersten Pumpversuches mehrere Brunnen in Hatzendorf durch die Absenkung des piezometrischen Niveaus in ihrer Schüttung nachließen und dann gänzlich versiegten, womit bewiesen ist, daß sowohl der Versuchsbrunnen als auch die betroffenen Brunnen im Ort aus demselben artesischen Horizont alimentiert werden. Interessant ist dabei, daß nicht nur Brunnen mit Endtiefen zwischen 50 und 60 m auf diesen Pumpversuch reagiert haben, sondern daß auch die Brunnen, die annähernd 100 m Tiefe erreichen, eine Absenkung des piezometrischen Niveaus zeigten. Dies läßt darauf schließen, daß auch diese Brunnen im wesentlichen von dem gleichen artesischen Horizont versorgt werden. In größeren Tiefen kommen - wenn überhaupt - so nur geringere Mengen artesischen Wassers hinzu. Lediglich der 120 m tiefe Brunnen und der Brunnen der Landwirtschaftsschule (153 m) zeigten keine Reaktion. Weiters ist daraus ersichtlich, daß bereits die Entnahme von 3 l/s eine weitreichende Absenkung des piezometrischen Niveaus des gegenständlichen artesischen Horizontes bewirkt und sohin die Entnahme von 3 l/s auf die Dauer eine starke Belastung dieses geringmächtigen Horizontes darstellt.

Eine Wassergewinnung aus diesem Horizont für die geplante Ortswasserleitung wird sicherlich die Stilllegung derjenigen artesischen Einzelanlagen in Hatzendorf, an denen sich eine stärkere Absenkung des piezometrischen Niveaus durch Versiegen auswirkte, notwendig machen. Die Probebohrung läßt den bei der Landwirtschaftsschule erschlossenen tiefen artesischen Horizont vermissen (127 - 153 m). Das ist eine neuerliche Bestätigung der bereits oft beobachteten beschränkten räumlichen Ausdehnung derartiger Horizonte, die auf nur kurze Distanzen plötzliche Änderungen der Anzahl und Tiefenlage bewirkt. Die Ursache liegt wahrscheinlich in einer Änderung der Sedimentationsbedingungen, die eine Änderung der Gesteinsbeschaffenheit von Grundwasserleitern zu Grundwasserstauern im Gefolge hat. Hier sei auf die Beobachtungen von H. Zojer (1971) verwiesen, der in Obgrün feststellte, daß ein artesischer Horizont (20 - 25 Tiefe) rinnenförmig lokal begrenzt ausgebildet ist und daher nur in einem Teil der Ortschaft erbohrt werden kann.

Auf Grund der eingebauten Verrohrung ist hier jedoch immer noch die Suche nach tieferen Horizonten bzw. die Fortführung der Bohrung möglich.

Abschließend sei noch bemerkt, daß hier keine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen den geothermischen Messungen von H. Janschek und dem Bohrprofil sowie den Beobachtungen bezüglich artesischen Wassers während der Bohrarbeiten besteht. Nach dem Temperaturgradienten ist hier im Teufenbereich von 19 - 29 m und 47 - 51 m in Horizonten geringer Mächtigkeit eine Wasserführung anzunehmen. Das Bohrprofil und die Beobachtungen im Zuge der Bohrarbeiten lassen lediglich den Teufenbereich von 32,40 - 36,10 m als wasserführend erkennen. Auch die Endtiefen der artesischen Brunnen im Ort lassen sich nicht mit dem artesischen Horizont bei der Probebohrung korrelieren.

9) Zusammenfassung der Erfahrungen bei den Bohrungen nach artesischem Grundwasser

Bei den Untersuchungsbohrungen auf artesisches Grundwasser in Grafendorf (4 Bohrungen), Seibersdorf (2 Bohrungen), Eggen-  
dorf (1 Bohrung, 3 Rohrstränge), Blumau (1 Bohrung, 2 Rohr-  
stränge) und Großsteinbach (1 Bohrung) wurden, wenn auch die  
endgültigen Untersuchungsergebnisse auf Grund der notwendigen  
langen Beobachtungszeiträume (mehrere Jahre) nicht vorliegen,  
eine Reihe von Erfahrungen gemacht, die kurz zusammengefaßt  
werden sollen, um bei weiteren Untersuchungen entsprechend  
berücksichtigt zu werden. Während bei den grundgebirgsnahen  
Bohrungen in Grafendorf alle artesischen Horizonte bis zum  
kristallinen Grundgebirge erschlossen wurden, konnte bei den  
übrigen Bohrungen nur ein Teil des tertiären Schichtstoßes  
untersucht bzw. erschlossen werden. Über die Festlegung der  
Bohrtiefen wurde dabei ausführlich berichtet. Für die weite-  
ren Untersuchungen sind nun folgende Ergebnisse und Erfahrun-  
gen von Bedeutung:

- 1.) Erwartungsgemäß wurden bei allen Bohrungen artesisches Wäs-  
ser in mehreren Horizonten angetroffen.
- 2.) Die Fassung von jeweils einem artesischen Horizont in einer  
Bohrung ist sicherlich am günstigsten, da die Abdichtung  
zwischen den Horizonten oft zu Schwierigkeiten führt bzw.  
nicht einwandfrei ausgeführt wird oder nachträgliche Re-  
paraturen erfordert, wie z.B. in Blumau. Absolut sicher  
ist die Abdichtung nur dann als gegeben anzunehmen, wenn  
sie nachträglich durch geophysikalische Bohrlochmessungen  
überprüft wird.
- 3.) Der Einbau zementierter Sperrohre, um einerseits das Auftre-  
ten artesischer Wässer im Zuge der Bohrarbeiten beherrschen  
zu können und andererseits oberflächennahe Grundwässer min-  
derer Qualität von der Bohrung fernzuhalten, ist unbedingt  
notwendig. Immer, wenn darauf verzichtet wurde, wie z.B.

in Grafendorf oder in Blumau, traten zusätzliche Schwierigkeiten auf.

- 4.) Die genaue Abgrenzung der wasserführenden Schichten ist auch bei Kernbohrungen nur durch den Einsatz geophysikalischer Bohrlochmessungen möglich, Die Messung des Temperaturgradienten alleine genügt nach den bisherigen Erfahrungen nicht, sondern es sollte darüberhinaus zumindest der elektrische Widerstand und das elektrische Eigenpotential gemessen werden.
- 5.) Bisher treten bei allen Untersuchungsbohrungen-mit Ausnahme der grundgebirgsnahen Bohrungen in Grafendorf-im Zuge der Bohrarbeiten bei den seichteren artesischen Horizonten Anzeichen für größere Ergiebigkeiten auf als bei den tieferliegenden. Letztere Horizonte zeigen vielfach auch das niedrigere piezometrische Niveau. Hier wäre prinzipiell zu prüfen, ob diese Erscheinung in Abhängigkeit von den Regenerationsmöglichkeiten steht. Zur Klärung dieser Frage sollten die Untersuchungsergebnisse bei den großen vollständig verrohrten artesischen Brunnen der Gemeinden und der Gewerbebetriebe herangezogen und überprüft werden. Hier könnten auch Altersbestimmungen des artesischen Wassers helfen.
- 6.) Bei allen Untersuchungsbohrungen, die tiefere artesische Horizonte fassen, könnte nach Abschluß der Untersuchungen bei negativem Ausgang (geringe Ergiebigkeit) die Filterstrecke verschlossen und in geringeren Teufen artesische Horizonte durch Perforationsschüsse geöffnet werden und so die Bohrungen weiteren Untersuchungen dienen.

10) Literaturverzeichnis

Behrens, G. u. M. Wagner:

Erfahrungen mit dem Einsatz einer Gamma-Sonde bei hydrogeologischen Bohrungen, Zeitschrift für angewandte Geologie, Bd 18, H.2, S 250 - 253. Berlin 1972.

Bernhart, L.:

Zur Problematik der Wasserversorgung aus artesischen Brunnen. Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 21, S 7 - 20, Graz 1972.

Bernhart, L., Fabiani, E., Kauderer, E., Zetinigg, H. und J. Zötl: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973), Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 29, Graz 1974.

Knett, J.:

Die Mineralquellenprovinz der Südost-Steiermark. Internationale Zeitschrift für Bohrtechnik, Erdölbergbau und Geologie. 33. Jg, Nr. 1, S 4 - 8, Wien 1925.

Kollmann, K.:

Jungtertiär im steirischen Becken. Mitteil. d. Geol. Gesellschaft in Wien, 57. Bd, H. 2, S 479-632, Wien 1964.

Lillich, W. und W. Richter:

Abriß der Hydrogeologie. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1975.

Milde, G. u. B. Forkmann:

Grundwassererkundung und Geophysik - Stand und Aufgaben gemeinsamer Arbeit. Zeitschrift für angewandte Geologie, Bd 16, H. 4, S 201 - 206, Berlin 1970.

Nemecek, E. P.:

Bohrung Blumau, Bodenuntersuchungen. Unveröffentl. Bericht Graz 1974.

Reibenschuh, A.:

Chemische Untersuchungen neuer Mineralquellen Steiermarks. VI. Die Mineralquelle in Hengsberg bei Preding. Mitteilungen des Naturw. Vereines für Steiermark, Jg 1889, S 172 - 182, Graz 1890.

Reissacher, K.:

Der Johannisbrunn bei Gleichenberg. Jahrbuch der k.k. geol. Reichsanstalt, 17. Bd, 3. H., S 451-464, Wien 1867.

Ronner, F. u. J. Schmied:

Raubbau an artesischem Wasser in der Oststeiermark. Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, Jg 1968, H. 20, S 63 - 80, Graz 1968.

Schouppé, A.:

Hydrologische Studien zur Genesis der Heilquellen von Gleichenberg. Berg- und Hüttenmännische Monatshefte. 97. Jg, H. 10, S 185 - 192, Wien 1952.

Thurner, A.:

Geologisches Gutachten über den Sauerling bei Deutsch-Goritz. Unveröffentlicht. Gutachten, Graz 1958.

Wagner, M.:

Die Nutzung von Bohraufschlüssen der Geophysik bei der hydrogeologischen Gebietsanalyse. Zeitschrift für angewandte Geologie, Bd 19, H. 1, S 37 - 40, Berlin 1973.

Winkler-Hermaden, A. u. W. Rittler:

Erhebungen über artesische Wasserbohrungen im steirischen Becken unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Tertiärgeologie. Geologie und Bauwesen, Jg. 17, H 2-3, S 33 - 96, Wien 1949.

Winkler-Hermaden, A.:

Die Entstehung der Gleichenberger Mineralquellenprovinz im Rahmen der jungen erdgeschichtlichen Entwicklung der südlichen Steiermark. Wiener Medizinische Wochenschrift, 105. Jg., Nr. 11/12, S 216-224, Wien 1955.

Winkler-Hermaden, A.:

Die Bedeutung der gespannten Grundwässer für die Wasserversorgung der Steiermark und des südlichen Burgenlandes. Österr. Wasserwirtschaft, Jg 13, S 86 - 90, Wien 1961.

Zetinigg, H.:

Die Bohrungen zur Untersuchung artesischer Wässer in Grafendorf und Seibersdorf (Oststeiermark). Berichte der wirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 21, S 42 - 86, Graz 1972.

Zetinigg, H.:

Die artesischen Brunnen der Südweststeiermark. Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 26, Graz 1973.

Zetinigg, H.:

Die Grundwasservorkommen der Steiermark.

Die artesischen Grundwässer. In: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973). Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 29/1974, S 63 - 81, Graz 1974.

Zötl, J. u. H. Zojer:

Die Untersuchung artesischer Wässer im Gebiet von Grafendorf und Seibersdorf bei Hartberg, Oststeiermark. Unveröffentl. Bericht, 36 S, Graz 1973.

Zojer, H:

Hydrologie des Feistritztales, Oststeiermark.  
Phil.Diss., Univ.Graz, Graz 1971.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hilmar Zetinigg, Regierungsbaurat  
Referat für wasserwirtschaftliche  
Rahmenplanung  
8010 Graz, Landhausgasse 7.

Zur Geologie von Bohrungen nach artesischem  
Grundwasser in der Oststeiermark

von

H. Polesny.



Die hier zu behandelnden Bohrungen liegen im östlichen Teil des in mehrere Teilbecken gegliederten Steirischen Beckens. Sie haben das Ziel, in den obersten Tertiärschichten, das sind hier die Schichten des Pannons und Sarmats, artesisches Wasser zu erschließen. Ihre Anordnung erfolgte im wesentlichen in einem N-S Profil, beginnend mit den Bohrungen Grafendorf. Auf diese Bohrungen (Nr. I und II) soll, obwohl sie schon von L. Bernhart, J. Zötl und H. Zetinger (1972) besprochen wurden, kurz eingegangen werden, da sie nun durch die Rohöl-Aufsuchungs-Ges.m.b.H. (RAG) auch paläontologisch bearbeitet wurden. Südlich von Grafendorf folgen die Bohrungen Eggendorf, Blumau, Großsteinbach und Hatzendorf.

Während die Bohrungen Grafendorf und Eggendorf im nördlichen Ausläufer des Fürstenfelder Beckens, der Friedberg-Pinkafelder Bucht, nahe dem Grundgebirge gelegen sind, erfassen die Bohrungen Blumau und Großsteinbach den zentralen bzw. westlichen Teil des Fürstenfelder Beckens. Die Bohrung Hatzendorf untersuchte die obersten Schichten des Fehringer Beckens.

Sowohl das Fürstenfelder als auch das Fehringer Becken sind von Tertiärschichten erfüllt, die mehr als 3.000 m Mächtigkeit erreichen. Die in der Badener Serie ("Torton") noch durch seichte Schwellen getrennten Teilbecken östlich der Sausalschwelle verschmelzen in Sarmat und Pannon, wo sich eine starke transgressive Tendenz bemerkbar macht.

In geologischer Hinsicht sind die Arbeiten von W. BRANDL (1931 und 1952), A. WINKLER-HERMADEN (1913, 1921 etc. und 1952) und K. NEBERT (1951 u. 1952) zu erwähnen. Diese betreffen den Bereich der Bohrungen Grafendorf und Eggendorf.

Für die südlichen Bohrungen existieren unveröffentlichte Arbeitskarten und Kartierungsberichte von K. KOLLMANN

(1966/67 - Bereich Blumau-Großsteinbach) bzw. für die Bohrung Hatzendorf die "Geologische Karte der zentralen Teile des Steirischen Beckens" von K. KOLLMANN (1964).

Diese Bohrungen, welche mit Ausnahme der Spülbohrung Hatzendorf als reine Kernbohrungen abgeteuft wurden, geben ausgezeichnete geologische Daten und wichtige Fixpunkte für das im allgemeinen doch eher schlecht aufgeschlossene Steirische Becken. Mit ihrer Hilfe konnten die Schichten des Unterpannon und des Obersarmats näher untersucht werden.

Vom Autor wurde die geologische Bearbeitung der Kern- bzw. Spülproben, sowie die Bestimmung der Makrofossilien vorgenommen. Die mikropaläontologische Untersuchung hat Frau Dr. I. KÜPPER durchgeführt (siehe nachfolgender Bericht). Das Auftreten der Makro- und Mikrofossilien (Foraminiferen, Ostracoden) ist bei den geologischen Profilen (Tafel 1-4) seitlich vermerkt.

#### 1.) Die Bohrungen Grafendorf I und II

Die Profile dieser Bohrungen, von denen Grafendorf I in Teufen von 7,1 - 43,5 m und von 46,0 - 51,0 m und Grafendorf II in der Teufe von 51,0 - 54,0 m als Kernbohrung ausgeführt wurden, finden sich in den Berichten der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 21/1972. Beide verblieben bis zur Endteufe (56,9 m bzw. 59,35 m) im Obersarmat (Nonion granosum-Zone) - vergl. Mikropaläontolog. Bericht v. I. KÜPPER (S. 73 ). Neben der reichen Mikrofauna waren auch zahlreiche Makrofossilien enthalten. Hier dominierten Pirenellen und Cerithion.

Im Bereich von 20,9 - 51 m wurden folgende Fossilien aufgesammelt:

Gibbula sp.  
Pirenella picta picta (DEFRANCE)  
Pirenella picta mitralis (EICHWALD)  
Pirenella picta bicostata (EICHWALD)  
Pirenella sp.  
Bittium fraterculus (MAYER)  
Cerithium (Theridium) rubiginosum rubiginosum (EICHWALD)  
Cerithium sp.  
Dorsanum duplicatum duplicatum (SOWERBY)  
Dorsanum opinabile opinabile (KOLESNIKOV)  
Acteocina sp.  
Cardium vindobonense jekelinsi (PAPP)  
Cardium sp.  
Mactra sp.

## 2.) Die Bohrung Eggendorf (vgl. Profil Tafel Nr. I)

Diese östlich des Hartberger Sarmatsporns gelegene Bohrung verblieb trotz ihrer eher geringen Entfernung (3 km) vom Beckenrand bis zur Endtiefe (164 m) in den Schichten des Unterpannon. Die Sarmatoberkante darf hier etwa 50 m tiefer erwartet werden. Dies läßt auf ein relativ steiles Abtauchen des Sarmats am Beckenrand schließen. Schon in den Arbeiten von A. WINKLER-HERMADEN (1913) und W. BRANDL (1931) werden die steilgestellten Sarmatschichten im Raume Hartberg-Grafendorf beschrieben (Einfallen 10 - 20° z.T. - 40°), die vom flacher liegenden Unterpannon bedeckt werden. Auch neue Vibroseislinien der Rohöl-Aufsuchungs-Ges. m.b.H. zeigen deutlich die Verbiegung am Beckenrand, welche gegen das Beckeninnere verflacht. So konnte an den Kernen der Bohrung Eggendorf für das Unterpannon nur mehr Werte von etwa 2 - 3° gemessen werden.

Hier folgt unter einer nur 1 m dicken Quartärschichte (Lehm) das Unterpannon, welches aus ± schluffigen To-

nen (im oberen Teil gelbbraun und braun oxydiert) und fein-grobkörnigen bzw. kiesigen Sanden besteht. Die Sande sind besonders im oberen Teil des Profiles gut porös entwickelt und müßten ausgezeichnete Speicher abgeben. Unterhalb von 93,60 m finden sich nur mehr schluffige Feinsande, die als Aquifer weniger von Interesse sind. Die Tone zeigen oft eine rhythmische Feinschichtung, nicht selten sind Pflanzenhäcksel, Wurzelreste, Blattabdrücke und Wurmspuren enthalten. Im tieferen Teil kommen einigemale Tonmergeleinschaltungen vor. An Makrofossilien war wenig zu finden, lediglich bei 152 m gab es einige Limnocardien und kleine Schneckenreste.

### 3.) Die Bohrung Blumau (vgl. Profil Taf. II)

Diese im zentralen Teil des Fürstenfelder Beckens niedergebrachte Bohrung hat die Grenze Unterpannon/Obersarmat bei 148,50 m durchteuft und wurde in der Nonion-granosum Zone des Obersarmats eingestellt (Endtiefe 190,40 m).

Die Quartärbedeckung, bestehend aus Lehm, Ton, etwas Feinsand und Schotter, ist 7,50 m mächtig. Es handelt sich hier um den schwach ausgebildeten Schwemmkegel eines kleinen Seitengrabens des Safen-Baches, sowie um Talalluvium des Safen-Baches. Das Unterpannon ist ähnlich wie bei der Bohrung Eggendorf nur wegen der größeren Entfernung zum Grundgebirgsrand im allgemeinen feinkörniger entwickelt. Die Sande sind meist Feinsande, vereinzelt ist auch die mittlere Kornfraktion vertreten, während grobkörnige Komponenten selten sind. Einzelne Kiese sind zwar vorhanden, doch treten sie

vielfach nur als "Rosinen" im feinkörnigen Sediment auf. Eine Geröllanreicherung fand sich lediglich von 115,50 m - 115,70 m. Es gibt hier weniger gut poröse Schichten als in Eggendorf. Die ± feinsandig-schluffigen meist gut geschichteten und Pflanzenhäcksel führenden Tone werden, wie im Steirischen Becken immer wieder zu beobachten ist, im tiefen Teil des Unterpannon öfter durch Tonmergel ersetzt. Vereinzelt treten auch dünne Mergel-Kalkmergellagen auf. Diese Karbonatzunahme ist ein gutes Indiz für die Nähe der Sarmatoberkante. Im Unterpannon sind mehrere fossilreiche Lagen ausgebildet, z.B. handelt es sich um feinen Fossilgrus, doch meist um größere Fossilsplitter. Am häufigsten treten Limnocardien auf, dazu kommen noch einzelne Congerien (*Congeria ornithopsis* BRUS.) und kleine Schnecken.

Das Sarmat liegt größtenteils in sandiger Fazies vor. Es sind meist Feinsande, nur selten gesellen sich mittel-grobkörnige Anteile dazu. Gut poröse Lagen treten zurück, der Großteil der Sande ist schwach porös. Die Sandpakete zeigen häufig Einschaltungen dünner Ton- und Tonmergellagen. Auch die Ton- und Tonmergellagen zwischen den einzelnen Sandbänken erreichen meist nur geringe Mächtigkeit. Von 180 - 185 m ist aber eine mächtigere Tonmergelschicht eingelagert. Sie enthält an der Basis eine harte Mergellage. Mitunter sind dünne Kohletonlagen vorhanden - bei 177 m fand sich eine 3 cm starke Schmitze stückiger Weichbraunkohle. In den hier gekernten Sarmatschichten sind reichlich Makrofossilien enthalten. Zum Teil sind sie in Fossilbänken angereichert, die bisweilen sulfidische Beimengungen enthalten.

Folgende Fossilien wurden angetroffen:

Pirenella picta picta (DEFRANCE)  
Pirenella sp.  
Hydrobia sp.  
Mohrensternia sp.  
Calliostoma podolicoformis (KOLESNIKOV)  
Solen sp.  
Cardium sp.  
Irus (Paphirus) gregarius dissitus (EICHWALD).

#### 4.) Die Bohrung Großsteinbach (vgl. Profil Taf. III)

Diese Bohrung liegt im westlichen Teil des Fürstenfelder Beckens und wie Blumau in einem weiten Sohlental. Die quartäre Bedeckung (Talalluvium) ist nur 6,80 m mächtig und zeigt die Abfolge Lehm, Ton, Mittel-Grob-Sand und Schotter (4,20 m). Bei 129,80 m wurde die Grenze Unterpannon/Sarmat erbohrt. Großsteinbach verblieb bis zur Endteufe (249,10 m) in den Schichten des Obersarmats (Nonion granosum-Zone). Das Unterpannon sowie der Großteil des Obersarmats haben ein Einfallen von ca.  $5^{\circ}$ . Im basalen Bereich des Obersarmats verteilen sich die Schichten auf  $10 - 15^{\circ}$ . Diese Aufbiegung könnte durch Anlagerung an den unterirdischen Vulkankörper von Kalsdorf-Ilz verursacht sein.

Nach der Vibroseismik der RAG liegen jedoch schon die Schichten der Badener Serie flach über der Aufwölbung. Eine Interpretation als Bruch scheint nicht wahrscheinlich, denn nach bisheriger Kenntnis wurden im Steirischen Becken nur die tieferen Tertiärschichten bis maximal zum Top der Badener Serie versetzt. In den darüberliegenden Schichten hört die Bruchbewegung auf. Es dürfte sich daher eher um eine lokale Versteilung durch unterschiedliche Kompaktion handeln.

Die Schichten des Unterpannons bestehen wiederum aus einer Wechselfolge von Ton und Sand; im unteren Teil tritt einige Male Tonmergel auf. Hier sind nicht nur die oberflächennahen Sedimente durch Oxydation verfärbt, auch tiefere Schichten, so z.B. bei 100 m und 120 m haben deutliche Oxydationsfarben. Den  $\pm$  schluffigen und oft pflanzenhäuselreichen Tonen sind einige Male dünne Kohletonlagen eingeschaltet. Die meist gut geschichteten Tone wurden z.B. stärker von Bodenorganismen durchwühlt. Manchmal lassen sich Wurmröhren erkennen. Vereinzelt sind die Tone etwas verruschelt.

Die z.T. zu Sandstein verhärteten Sande sind zwar meist feinkörnig ausgebildet, doch kommen hier gut poröse Mittel- und Grobsandlagen, die z.B. Fein- selten auch Mittelkies enthalten, wesentlich häufiger vor als bei der Bohrung Blumau.

An Makrofossilien war außer einigen Fossilgruslagen ein Muschelpflaster (94,70 - 95,90 m) mit *Congeria ornithopsis* ERUS. vorhanden.

Das Sarmat ist wiederum hauptsächlich sandig entwickelt. (Feinsand z.T. mit dunklen Oolithen, Mittelsand, Grobsand und z.T. Feinkies) Einige Lagen sind gut porös und müßten einen günstigen Aquifer abgeben. Neben zum Teil mächtigeren Schlufflagen kommen Tonmergel, Tone, vereinzelt harte Mergel sowie eine Kohletonlage (187,85 - 188,10 m) vor. Die Schichten beinhalten eine reiche Makrofauna, die manchmal zu Fossilbänken angereichert ist. Folgende Fossilien wurden gefunden:

*Irus* (*Paphirus*) *gregarius gregarius* (PARTSCH)  
GOLDFUSS  
*Mactra vitaliana eichwaldi* LASKAREV  
*Cardium* sp.  
*Gibbula* sp.  
*Calliostoma* sp.  
*Pirenella* sp.  
*Cerithium* sp.

5.) Die Bohrung Hatzendorf (vgl. Profil Taf. IV)

Diese Spülbohrung liegt im Fehringer Becken und erreicht nur eine Tiefe von 160,30 m. Unter dem Quartär (10 m mächtig, Abfolge: Lehm, an der Basis mit Moortonlagen, Sand, Schotter) folgen die Schichten des Pannons. Nach der geologischen Karte von K. KOLLMANN (1964) handelt es sich um höheres Unterpannon Zone C. Der unterpannone Karnerberger Schotterhorizont ist nach K. KOLLMANN im Raum Hatzendorf nicht mehr deutlich verfolgbar. Die Bohrung beginnt unterhalb dieses Schotters und hat bis zur Endtiefe kein weiteres Schotterniveau mehr angetroffen. So scheinen die Kirchbergerschotter hier nicht mehr entwickelt zu sein. Vielleicht sind einzelne Grobsandlagen in der Bohrung als seine Äquivalente anzusehen. Die Grobsande kommen oft zusammen mit Feinkies und z.T. mit Mittelkies vor. Knapp unter dem Quartär ist ein mächtigeres Schluffpaket vorhanden. Die Tone weisen verbreitet dünne Sandlagen auf. Außer feinem, unbestimmbarem Muschel- und Schneckenbruch waren keine Makrofossilien vorhanden.



## 6.) Verwendete Literatur

Bernhart, L., Zötl, J. u. Zetinigg, H.,  
Untersuchungen an artesischen Wässern in der nördlichen  
Oststeiermark, Berichte der wasserwirtschaftlichen Rah-  
menplanung, Band 21/1972, Graz 1972.

Brandl, W.,  
Die tertiären Ablagerungen am Saume des Hartberger Ge-  
birgsspornes. Jahrbuch Geol. Bundesanstalt, Band 81,  
H. 3 u. 4, S 353-386, Wien 1931.

Brandl, W.,  
Neue geologische Beobachtungen im Tertiärgebiet von  
Hartberg. Mitteil.d.Naturwiss.Vereines f.Steiermark  
Band 81/82, S 108 - 111, Graz 1972.

Kollmann, K.,  
Kartierungsberichte und Arbeitskarten (1:25.000), Kon-  
zession Burgau (unveröffentlicht) 1966/67.

Kollmann, K.,  
Jungtertiär im steirischen Becken. Mitteil.d.Geolog.Ge-  
sellschaft in Wien, 57.Band/1964, H. 2, S 479-632,  
Wien 1965.

Nebert, K.,  
Sedimentologisch-stratigraphische Untersuchungen im Jung-  
tertiär südwestlich von Hartberg (Oststeiermark), BHM 96,  
H 1-3, S 9-57, Wien 1951.

Nebert, K.,  
Die pliozäne Schichtfolge in der Pöllauer Bucht (Oststeier-  
mark). Jahrbuch Geol.Bundesanstalt 95, H 1, S 103-118,  
Wien 1952.

Winkler-Hermaden, A.,  
Untersuchungen zur Geologie und Paläontologie des steiri-  
schen Tertiärs. Jahrbuch Geol.Reichsanstalt, Band 63, H 3,  
S 503-620, Wien 1913.

Winkler-Hermaden, A.,  
Beitrag zur Kenntnis des oststeirischen Pliozäns.  
Jahrbuch Geol.Staatsanstalt, Band 71, H 1 u. 2, S 1-50,  
Wien 1921.

Winkler-Hermaden, A.,  
Neue Beobachtungen im Tertiärbereich des Mittelsteirischen  
Beckens. Mitteil.d.Naturwissenschaftl.Vereines f.Steiermark,  
Band 81/82, S 145-168, Graz 1952.

Anschrift des Verfassers:

Dr.Heinz Polesny  
Rohöl-Aufsuchungs-Ges.m.b.H.  
1010 Wien, Schwarzenbergplatz 16.

# UNTERSUCHUNGSBOHRUNG GROSS-STEINBACH

1: 250

Taf. III

Quartär	
6.80	LEHM TON grau rotbraun oxyd. MITTEL-GROBSAND SCHOTTER Komp. >10 cm (Quarz quarzit u. z.I. apit. Gest.)
11.30	TON blaugrau grüingrau u. grau braun oxydiert
15.00	TON(z.I. Tonmergel) blaugrau grüingrau u. grau gelbbraun oxyd. SANDSTEINLAG. hart kalkig
16.25	GROB-MITTELSAND u. TON
19.10	TON grüingrau u. grau an der Basis Feinsand u. Sandstein feiner Fossilgrus
20.00	GROBSAND z.I. feinkiesig porös
26.55	TON grau u. grau grün feinsand-schluffig feinschichtig FEINSANDLAGEN grau FEINKIESLAGE mit einigen Linnocardiensplittern
28.35	FEINSAND m. fk. harter Sandstl.
	TON grau u. grüingrau z.I. Schluff FEINSAND grau u. hellbraun-grau z.I. Sandstein
40.50	KOHLETONLAGE
42.00	FEINSAND mittelgrau
43.40	SCHLUFF - FEINSAND
52.70	TON grau grüingrau z.I. grau-braun ± feinsandig - schluffig einige KOHLETONLAGEN SCHLUFF - FEINSAND
56.30	FEINSAND MITTELSAND MITTEL - GROBSAND z.I. feinkiesig FEINSAND z.I. mittelk. z.I. schluffig dünne schluffig - tonige Lagen
68.30	TON grau ± schluffig

129.80	FEINSAND u. SANDSTEIN grau hart z.I. schluffig TON grau ± schluffig z.I. TONMERGEL
132.60	FEINSAND grau TON st. schluffig Fossilgr. Frenellen
133.30	TONMERGEL Frenellen Cardien
136.60	TONSTEIN dunkelgraugrün, mit hellgrauen kalkigen Schlieren
137.00	FEINSAND grau
142.25	TON graubraun u. grau FEINSAND mittelgrau porös
149.80	MITTEL - GROBSAND mit Feinkies
151.65	SCHLUFF grau u. braungrau
153.50	TON grau vereinzelt Cardien
154.30	FOSSILBANK Irus gr. Mactra Cardium Calliostoma etc.
156.60	FEINSAND grau arm Top. Ton
159.10	TON graubraun u. grau grün mit Fossilage(Frenella spu. Irus sp.) Oolithkörner
161.85	TONMERGEL z.I. TON grau u. grau grau Sandstein grau fk. hart FEINSAND grau z.I. schluffig
170.50	TON grau mit gelben harten Schlieren
173.10	MITTEL - GROBSAND basaler Teil fein-mittelkiesig
179.40	TON grau TONMERGEL mit Fossilgrus TON mit Schluff u. Feinsand-lagen
186.60	MITTEL - GROBSAND m. FEIN-KIES FEIN-MITTELSAND porös MITTEL - GROBSAND
189.10	TON grau m. Kohletonlage braun-schwarz
190.00	FEINSAND grau schluffig FEIN-MITTELSAND

armat (Nonien granosum Zone)

# UNTERSUCHUNGSBOHRUNG EGGENDORF

Quartär

1:250

Taf. I

1.00	LEHM braun - gelbbraun		
15.70	TON braun - gelbbraun oxydiert (besonders im oberen Teil) grau - grau- braun ± feinsandig - schluffig z.T. Feinrhythmit dünne Feinsandbestege bei 4.60m dünner Lignitrest		
19.00	SAND hell-mittelgrau fein- mittelk z.T. grob porös z.T. ton- geb. TONLAGE dunkelgrau		
20.00	FEINSAND z.T. schluffig		
20.65	M-GROBSAND-FEINKIES		
27.70	SAND hellgrau fein-mittel z.T. grob u. kiesig porös tonig gebundene Lagen		
36.40	SAND hellgrau fein - mittel z.T. grob u. kiesig porös TONLAGEN grau ± feinsandig schluffig einzelne Kiese		
83.20	SAND hellgrau f. z.T. m. porös		
85.40	TON grau		
90.60	FEINSAND - SCHLUFF grau am Top u. an d. Basis m. gr.		
94.00	TON grau - graubraun SAND hellgr. f.-m. z.T. gr. porös		
100.35	FEINSAND - SCHLUFF grau		
102.00	TON graubraun u. grau		
114.50	FEINSAND - SCHLUFF grau mit Tonlage		
115.70	TON mit Kalkmergellage		
118.30	FEINSAND etwas tonig schw. porös u. FEINSAND - SCHLUFF		
120.50	TON grau - graubraun		

00

0

# UNTERSUCHUNGSBOHRUNG BLUMAU

1 : 250

Quartär:	135	HUMUS LEHM u. TON	— —
	355	FEINSAND u. SCHOTTER	
	460	TON grau-grün dunkelgrau-br.	— —
	750	FEINSAND SCHOTTER basaler Teil Grob- packung	
		TON grau u. grau-grün z.T. gelbgrau ± schluffig, Feinsandbestege 1 GROBKIESLAGE	
	22.60	SANDLAGEN grau feinkörn. z.T. schluffig z.T. mittelkörn.	
	2740	FEINSAND grau z.T. schluffig mit grauen u. grüngrauen TONLAGEN	
		TON grau grüngrau u. grau- braun einzelne verhärtete graugelbe Lagen, ± feinsandig- schluffig einige FEINSANDLAGEN	

	99.40	TON grau	
	101.70	TONMERGEL u. KALKMERGEL fossilr. Tonm. m. Limnoc. u. Conger.	
	104.00	FEINSAND hellgrau schwach porös Tonlagen	
	107.90	TON grau mit Feinsand u. Schlufflagen	
	114.00	TON grau ± feinsandig - schluffig, Feinsandlagen u. bestege	
	116.00	SAND fein z.T. mittel u. grob (Kiese z.T. - 6cm) ± porös	
	117.20	TON grau	
	124.60	SCHLUFF grau-braun in schluffigen Feinsand übergehend	
	126.40	TONMERGEL grau-graubr.	
	129.50	FEINSAND - SCHLUFF grau u. graubraun TON grau	
	137.00	TONMERGEL grau-graubr. Limnocardien	

Unterpannon

# HATZENDORF

## art. Brunnenbohrung d. Gemeinde

1:250

Quartar	5.10	LEHM, braun im basalen Teil mit Moortonlagen	
	6.40	SAND, grau f-m z.I. gr.	
	10.00	SCHOTTER, Komp. - 3 cm Quarz u. quarzit. Gest.	
	11.40	TON grau z.I. oxydiert	
	32.40	SCHLUFF, gelbgrau-hellbraun z.I. stärker feinsandig	
		GROBSAND im unt. Teil kiesig	

Taf. IV

	GROBSAND u. TON wechsellagernd	
81.50		
	TON u. SAND (Feinsand z. I. mittelk.) wechsellagernd	
87.00		
	TON grau u. graubraun	
90.50		
	TON grau mit GROBSAND u. FEINKIESLAGEN	
99.60		
	TON braungrau selten dünne Sandlagen	
105.00		

71.50	FEINSANDBESTEUGE			
	TON z.I. TONMERGEL grau graubraun meist schluffig			
95.90	TONMERGELSTEINLAGE grau 94.70 - 95.90 m reichlich Congeria ornithopsis		0	
	FEINSAND grau u. Sandstein grau feinkörnig		0	
	TON grau graubraun z.I. gelbbr. u. grünbraun oxydiert ± feinsandig - schluffig		0	
	MERGELLAGE, grau, hart		0	
112.85	MITTEL-GROBSAND grau, porös, an der Basis etwas Feinkies			
117.35	TON grau, z.I. gelbbraun oxyd. z.I. schluffig			
123.00	v. 120.70 - 120.75 m Kohle ton			

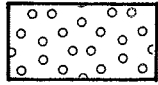
	MITTELSAND z.I. grob			
196.90	FEIN - MITTELSAND			
199.00	TON graubraun schluffig		0	
	FEINSAND grau z.I. graubraun etwas schluffig		0	
	TON grau graubraun z.I. graugrün		0	
214.10	TON graubraun schluffig			
216.30	SCHLUFFIGER SAND - TON m. Fossilgrus SDSI grau, fk. hart		6	
218.10	TON - SCHLUFF graubraun MERGELLAGE grau		0	
227.65	SANDSTEIN grau feink. hart			
228.40	SCHLUFF z.I. Ton graubraun grau gebändert		0	
249.10				

Obers

LEGENDE :



LEHM, feinsandig



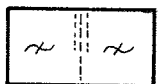
SCHOTTER



TON, feinsandig-schluffig



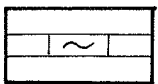
TONMERGEL, feinsandig-schluffig



TONMERGELSTEIN, feinsandig-schluffig



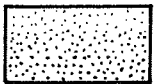
SCHLUFF



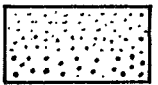
KALK(MERGEL)LAGE u. kalkige Verhärtungen



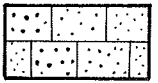
SANDLAGEN, SANDSTEINLAGEN



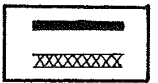
SAND, fein, mittel, grob



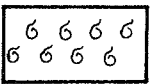
FEIN-MITTEL-GROBKIES



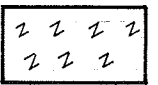
SANDSTEIN, fein, mittel, grob



LIGNITLAGEN u. KOHLETON



FOSSILIEN



HARNISCHFLÄCHEN



MAKROFAUNA-MOLLUSKEN



—FORAMINIFEREN



MIKROFAUNA

—OSTRACODEN

Die Ergebnisse der mikrofaunistischen Untersuchungen  
von Bohrungen nach artesischem Grundwasser  
in der Oststeiermark

von

I. Küpper.



Durch die im Fürstenfelder- und Fehringbecken niedergebrachten Bohrungen Grafendorf I und II, Eggendorf, Blumau, Großsteinbach und Hatzendorf wurden weitere Fixpunkte im mikrofaunistisch eingehend bearbeiteten Steirischen Becken gewonnen. Die Mikrofaunen des Miozäns der Steiermark sind weitgehend mit jenen des Wiener Beckens zu vergleichen, über die eine Reihe von Publikationen vorliegen.

Bei den nachfolgenden Bohrungen wurden die Foraminiferen bearbeitet und die Ostracoden nicht näher bestimmt.

#### 1.) Die Bohrungen Grafendorf I und II

Von der Bohrung Grafendorf I wurden die Proben von 6,0, 17,10, 19,90, 21,50, 38,50, 40,40 und 50,10 m untersucht. Eine Mischprobe von 56,0 - 59,30 m Teufe stammt von der Bohrung Grafendorf II. Alle Proben enthalten eine reiche Foraminiferenfauna und häufig Ostracoden. Die vorherrschenden Faunenelemente sind Porosonion (Nonion) granosum (d'ORB), Ammonia (Rotalia) beccarii (L.) und div. Miliolidae. Außerdem treten nicht selten diverse Elphidienarten und an einen Horizont gebunden Dendritina elegans (d'ORB) auf. Vereinzelt sind umgelagerte Faunenelemente der Badener Serie ("Torton") zu beobachten.

Diese für das Obersarmat typische Faunenassoziation entspricht der im Wiener Becken aufgestellten "Nonion granosum-Zone", die auch aus dem Steirischen Becken sehr wohl bekannt ist.

Die Bohrungen Grafendorf I und II verblieben bis zur Endteufe im Obersarmat.

#### 2.) Die Bohrung Eggendorf

Von der Bohrung Eggendorf sind die Proben von 15,50, 16,20, 63,50, 81,0, 110,70, 113,40, 134,0, 139,10, 147,0, 152,0, 158,0 und 160,0 m Teufe bearbeitet worden. Die Proben von

63,50 bis 113,40 m und 158,0 - 160,0 m enthalten keine Mikrofauna. In den anderen ist eine mehr oder weniger reiche Ostracodenfauna zu beobachten, die das Unterpannon B charakterisiert. Foraminiferen wurden nicht angetroffen.

Die Bohrung Eggendorf verblieb daher in den Schichten des Unterpannons.

### 3.) Die Bohrung Blumau

Von der Bohrung Blumau sind folgende Proben mikrofaunistisch bearbeitet worden: 2,70, 4,50, 10,40, 10,80, 33,0, 43,20, 62,0, 83,70, 95,50, 100,60, 111,0, 124,60, 140,50, 143,40, 143,90, 147,50, 149,0, 150,50, 153,70, 158,60, 161,40, 163,30, 163,40, 169,45, 173,30 und 190,30 m.

Bis zu 95,50 m Teufe sind die Proben faunenleer oder enthalten eine geringe Ostracodenfauna des Unterpannons. In den darunter folgenden Proben ist die Ostracodenfauna meist arten- und vor allem individuenreich und für das Unterpannon B typisch.

In der Probe von 149,0 m ist erstmalig eine Foraminiferenfauna zu beobachten, die durch das reiche Vorkommen von Ammonia (Rotalia) beccarii (L.) charakterisiert ist. Die darunter folgenden Proben brachten die für das Obersarmat typische Faunenassoziation mit Porosonion (Nonion) granosum (d'ORB), Ammonia (Rotalia) beccarii (L.), Elphidien div. spec. und Miliolidae div. spec.

In Übereinstimmung mit den petrographischen und makrofaunistischen Untersuchungen und auf Grund der Mikrofauna hat die Bohrung Blumau bis 148,50 m das Unterpannon und darunter die "Nonion granosum-Zone" des Obersarmats erbohrt.

#### 4.) Die Bohrung Großsteinbach

Von der Bohrung Großsteinbach, die bis zur Endteufe (249,10 m) durchgehend gekernt wurde, sind 31 Proben mikropaläontologisch bearbeitet worden. Die ersten Faunenelemente, nämlich einzelne Ostracoden, wurden ab 86,40 m, eine reiche Ostracodenfauna des Unterpannons in den Proben 94,30 bis 108,60 m beobachtet, wobei gleichzeitig häufig Muschelbruch angetroffen wurde. Die Proben 112,0 m, 124,65 m, 125,50 m und 127,50 m sind faunenleer. Die Probe von 128,00 m enthält nicht selten Wurmröhren, die Probe von 129,00 m ist faunenleer und das Sediment durch Eisen stark braun verfärbt.

Die Probe von 131,00 m, die bereits durch das hellgraue Sarmat auffällt, enthält einzelne Exemplare von Ammonia (Rotalia) beccarii (L.) und Elphidien div.spec. Durch diese Formen ist das Obersarmat nachgewiesen.

Die weiteren Proben 131,30 m, 132,75 m, 152,50 m, 153,90 m, 157,80 m, 158,50 m, 175,60 m sind sehr faunenreich, die vorherrschenden Faunenelemente sind Ammonia (Rotalia) beccarii (L.) und Porosonion (Nonion) granosum (d'ORB), außerdem treten div. spec. von Elphidien und Miliolidae sowie Ostracoden auf.

Diese Faunenassoziation entspricht der Nonion-granosum-Zone des Obersarmats des Wiener Beckens.

Die Proben 119,90 m, 208,00 m, 220,40 m sind etwas faunenärmer, gehören aber auf Grund ihrer Faunenassoziation, nämlich Ammonia (Rotalia) beccarii und Porosonion (Nonion) granosum ebenfalls dem Obersarmat an.

5.) Die Bohrung Hatzendorf

Von der Bohrung Hatzendorf wurden folgende Mischproben untersucht: 11,40 - 17,70, 28,50 - 32,40, 60,0 - 63,50, 87,0 - 90,50, 105,0 - 107,0, 120,0 - 122,0, 130,0 - 135,0, 139,0 - 143,0, 150,0 - 156,0, 156,0 - 160,30 m Teufe. Die Proben von 150,0 - 160,30 m enthielten einzelne Ostracodensplitter des Unterpannons, die höheren Proben erwiesen sich als faunenleer.

Die Bohrung Hatzendorf verblieb in den Schichten des höheren Unterpannons.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Inge Küpper

Rohöl-Aufsuchungs-Ges.m.b.H.  
1010 Wien, Schwarzenbergplatz 16

Zeichenerklärung für Faunentabellen

---

.	sehr selten
+	selten
x	nicht selten
o	häufig
●	sehr häufig
K.F.	keine Fauna

Faunentabelle der Bohrung Grafendorf I und II

Teufe in Meter	10	20	30	40	50	60
Proben in Meter Teufe	6	17,1 19,9	21,5	38,5	40,4	50,1 56-59
Ostracoden div.spec.		x	+	x	o	+
Porosonion(Nonion)granosum	.	o .	o	o	o	o x
Miliolidae div.spec.		x	x	.	o	+
Ammonia(Rotalia)beccarii		.	.		+	+
Elphidium aff.macellum		o +	o	o	o	o o
Elphidium minutum		x	o	+	x	+
Elphidium antoninum		o	+	+	+	.
Elphidium hauerinum		.	.	.	.	.
Elphidium aculeatum		.	o		.	.
Elphidium sp.		.	.		x	+
Articulina sarmatica				+		
Dendritina elegans				x	.	
Asterigerina sp. umgelagert					.	.
Bulimina elegans "					.	
Cibicides lobatulus "					.	.
Amphistegina hauerina "						+
Reussela sp. "						.
Globigerina sp. "						.

Faunentabelle der Bohrung Blumau

Teufe in Meter	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Proben in Meter Teufe	2,7 4,5	10,4 10,8		33,0	43,0		62,0		83,7	95,5	100,6
Ostracoden div.spec.		+			+				.	+	o
Ammonia(Rotalia)beccarii											
Porosionion(Nonion)granosum											
Miliolidae div.spec.											
Elphidium aff.flexuosum											
Elphidium antonium											
Elphidium discrepans											
Elphidium minutum											
	K.F. K.F.			K.F.			K.F.				





Faunentabelle der Bohrung Großsteinbach

Teufe in Meter	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Proben in Meter Teufe		11,0	23,9	38,5		50,2	69,2		86,4	94,3 94,6 95,9 96,1 99,5	102,6 108,6	112,0
Muschelbruch										o	x	
Ostracoden div. spec.									o	o	x	
Ammonia (Rotalia) beccarii												
Perosonion (Nonion) granosum												
Elphidium aff. flexuosum												
Elphidium antoninum												
Elphidium minutum												
Miliolidae div. spec.		K.F.	K.F.	K.F.		K.F.	K.f.		K.F.			K.F.



• Geothermische Messungen an Bohrungen  
und artesischen Brunnen in der Oststeiermark

von

H. Janschek.

1) Zusammenfassung:

An acht verschiedenen Stellen der Oststeiermark wurden in Bohrungen geothermische Messungen mit hohem Auflösungsvermögen ausgeführt. Es wurde für dieses Gebiet ein mittlerer Temperaturgradient  $0,043 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{m}$ , welcher einer geothermischen Tiefenstufe von  $23 \text{ m}/^{\circ}\text{C}$  entspricht, berechnet. Wasserführende artesische Horizonte können durch das Temperatur-Log durch ihren niederen Temperaturgradienten auch im vollverrohrten Bohrloch nachgewiesen werden. In  $-50 \text{ m}$  unter Geländeoberkante liegt im Mittel eine Temperatur von  $12,50 \text{ }^{\circ}\text{C}$  und in  $-100 \text{ m}$  eine mittlere Temperatur von  $14,48 \text{ }^{\circ}\text{C}$  vor.

2) Einleitung und Problemstellung:

Im Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe Landesbaudirektion, Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, wurden am 16. und 17. April 1973 in Grafendorf, Seibersdorf und Penzendorf und in der Zeit vom 12. bis 15.2.1975 in den Bohrungen Eggendorf, Großsteinbach, Blumau, Hatzen-dorf und Feldbach geothermische Messungen ausgeführt. Abbildung 1 zeigt den Lageplan der vermessenen Bohrungen. Diese Arbeit ist eine Zusammenfassung von einzelnen Berichten. Aus drucktechnischen Gründen können nicht alle Temperatur-Logs publiziert werden. Stellvertretend zeigt Abbildung 3 ein derartiges Log. Derartige Messungen mit sehr hohem Auflösungsvermögen ermöglichen folgende Aussagen:

1. Verlauf der Temperatur mit der Teufe
2. Ermittlung eines mittleren Temperaturgradienten bzw. einer mittleren geothermischen Tiefenstufe
3. Erkennen von wasserdurchströmten porösen Horizonten im vollverrohrten Bohrloch.

In den Bohrungen Seibersdorf, Grafendorf und Penzendorf erfolgte die Messung bei bewegter Wassersäule. Hingegen wurden die Temperaturmessungen in den Bohrungen Eggen-  
dorf, Großsteinbach, Blumau, Hatzendorf und Feldbach bei stillstehender Wassersäule ausgeführt. Eine Berechnung des Wärmeflusses ist derzeit noch nicht möglich, da keine Meßwerte über die thermische Leitfähigkeit der tertiären Sedimente vorliegen.

Temperaturgradienten kleiner als etwa  $0,03 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$  können in tertiären Sedimenten durch reine Wärmeleitfähigkeit nicht erklärt werden. Die einzige physikalische Deutung dieses Phänomens derartig geringer Temperaturgradienten kann so erfolgen, daß sich das im Porenraum vorhandene Wasser bewegt und eine Durchmischung in der Formation vorliegt.

Bei stillstehender Wassersäule in der Bohrung gleicht sich das Wasser der Formationstemperatur an und es können die an die Temperaturmessung gestellten Anforderungen wie Bestimmung der Formationstemperatur, des Temperaturgradienten und das Erkennen von wassererfüllten porösen Horizonten zufriedenstellend beantwortet werden. Bei bewegter Flüssigkeitssäule in der Bohrung überdeckt die höhere Temperatur des strömenden Wassers die tatsächliche Formationstemperatur. Man kann bei diesen Messungen nur die jeweilige Temperatur des artesischen Horizontes ermitteln.

### 3) Das Meßgerät:

An einem Kabel wird die Meßsonde, in der ein Thermistor (temperaturabhängiger Halbleiterwiderstand) eingebaut ist, in die Bohrung eingelassen. Die durch die Temperatur im Thermistor verursachte elektrische Widerstandsänderung wird obertage digital angezeigt und anschließend in °C mittels Eichkurve umgerechnet. Die relative Genauigkeit der Meßanlage ist im verwendeten Bereich  $\pm 0,05$  °C. Das zur Stromübertragung benutzte Kabel wird gleichzeitig auch für die Teufenbestimmung herangezogen.

### 4) Durchführung der Messungen:

Da die artesischen Bohrungen Grafendorf I bis IV und Seibersdorf I bis III seit dem Abteufen und Verrohren nicht in Produktion stehen, sondern lediglich für Druckmessungen herangezogen werden, bestünde in diesen Bohrungen die Möglichkeit, sowohl die geothermische Tiefenstufe, als auch die wahre Formationstemperatur der artesischen Horizonte zu messen, unter der Voraussetzung, daß während der Temperaturmessung keine Wasserbewegung erfolgt. Bei der Ausführung der Temperaturmessungen konnte aber wegen der hohen Drücke der artesischen Wasser keine Abdichtung am Bohrlochkopf hergestellt werden.

Die Temperaturmessungen erfolgten in den Bohrlöchern punktweise, wobei pro Meßpunkt wegen der Anpassung der Sonde an die Temperatur eine Verweilzeit von 3 bis 5 Minuten erforderlich waren.

5) Besprechung der Ergebnisse:

5,1) Die Bohrungen Grafendorf I - IV

Die größte Teufe von -182 m erreichte die Bohrung Grafendorf IV. In dieser Bohrung ist der fünfte artesische Horizont gefaßt. Bei der Temperaturmessung konnte mit der Meßsonde bis zu einer Teufe von -177 m eingefahren werden, wobei in dieser Teufe eine Temperatur von 16,80 °C vorliegt. Betrachtet man den Temperaturverlauf von diesem Meßpunkt nach obertage, so erkennt man, daß bis zur Teufe -140 m die Temperatur um 1,3 °C absinkt. Von -140 m bis obertage beträgt die Temperaturdifferenz 0,7 °C. Bei oberflächlicher Betrachtung könnte der Eindruck entstehen, daß das artesische Wasser mit höherer Temperatur, als die geothermische Tiefenstufe angibt, in der Formation vorliegt und sich bei Bewegung nach oben hin abkühlt.

Vergleicht man nun aber das Temperatur-Log mit dem Verrohrungsschema, so sieht man, daß der Knick im Temperatur-Log mit dem Absetzen der Verrohrung von Durchmesser 101 mm auf 133 mm zusammenfällt. Der so starke Temperaturverlust in diesem unteren Bereich der Bohrung könnte so erklärt werden, daß bei Querschnittserweiterung durch Druckentlastung eine starke Gasentlösung auftritt, die Wärme verbraucht und diese dem Wasser entnimmt.

In der Teufe von -104,20 m wird der Verrohrungsdurchmesser von 133 mm auf 159 mm vergrößert. Auch an dieser Stelle tritt abermals Temperaturverringerng auf, die aber geringer ist. Grundsätzlich kann daher gesagt werden, daß die obertägig meßbare Temperatur weitgehendst von der Veränderung des Verroh-

rungsdurchmessers bestimmt wird.

Der Temperaturverlauf der Bohrung Grafendorf III hat seinen höchsten Wert in der Teufe -85 m von 13,72 °C. Auch dieses Temperaturprofil zeigt in Höhe der abgesetzten Verrohrung einen Knick.

Die Temperatur des zweiten artesischen Horizontes in der Bohrung Grafendorf I beträgt in -55 m 12,66 °C. Die bei -45,90 m abgesetzte Verrohrung (142 mm auf 159 mm) macht sich im Temperatur-Log nicht bemerkbar. Die Temperatur des ersten artesischen Horizontes in der Bohrung Grafendorf II beträgt in -40 m 12,06 °C. Verbindet man die Temperaturwerte der vier erschlossenen Horizonte, so liegen diese annähernd auf einer Geraden. Es errechnet sich daraus ein Temperaturgradient von 0,038 °C/m, was einer geothermischen Tiefenstufe von 26,4 m/°C entspricht.

#### 5,2) Die Bohrung Seibersdorf I

Auch diese Bohrung konnte nur bei bewegter Wassersäule gemessen werden. Die Temperatursonde konnte in der 2" Verrohrung bis auf -45 m eingefahren werden. In dieser Teufe beträgt die Wassertemperatur 11,98 °C. Eine Ermittlung des Temperaturgradienten ist bei dieser Bohrung nicht möglich.

#### 5,3) Der artesische Brunnen in Penzendorf

Diese Bohrung produziert laufend artesisches Wasser für die Molkerei Hartberg. Die Temperatursonde konnte auf eine Teufe von -142,5 m eingefahren werden, wobei in dieser Teufe eine Temperatur von 16,60 °C gemessen wurde. Auch hier tritt in den untersten Metern ein starker Temperaturabfall auf, an jener Stelle, wo sich der Verrohrungsdurchmesser



erweitert. Die Temperatur sinkt auf einer Strecke von 22,5 m um  $0,85^{\circ}\text{C}$  und dann in den restlichen 115 m bis obertage nur um  $0,05^{\circ}\text{C}$ . Abbildung 2 zeigt dieses Temperatur-Log.

#### 5,4) Die Bohrung Eggendorf

In der Bohrung Eggendorf wurden sowohl im 2" Rohr, als auch im Rohrstrang B, Temperaturmessungen ausgeführt. Die Meßwerte in den beiden Rohrsträngen sind bis zur Endteufe von 33,3 m des 2" Rohres völlig gleich, was darauf hinweist, daß das im Rohr vorhandene Wasser die Formationstemperatur angenommen hat. Im Rohrstrang B konnte die Temperatursonde bis -89,70 m eingefahren werden. Abbildung 3 zeigt den Temperaturverlauf mit der Teufe und den jeweiligen Temperaturgradienten. Für das Teufenintervall von -20 bis -90 m errechnet sich ein mittlerer Temperaturgradient von  $0,05^{\circ}\text{C/m}$  (geothermische Tiefenstufe  $20\text{ m}/^{\circ}\text{C}$ ). Wasserführende Horizonte sind in dem Teufenintervall von -30 bis -32 und -75 bis -82,5 m zu erwarten (siehe Pfeile im Temperatur-Log).

#### 5,5) Die Bohrung Großsteinbach

Zwischen der Teufe von -30 bis -120 m beträgt der Temperaturgradient im Mittel  $0,053^{\circ}\text{C/m}$  (geothermische Tiefenstufe  $18,9\text{ m}/^{\circ}\text{C}$ ). Wasserführende Horizonte sind in folgenden Intervallen zu erwarten: -30 bis -35 m, -50 bis -55 m, -74 bis -83 m und -110 bis -115 m. Für eine Wassergewinnung erscheint das Intervall von -74 bis -85 m am erfolgversprechendsten.

5,6) Die Bohrung Blumau

Für die Berechnung eines mittleren Temperaturgradienten von  $0,041 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$  (geothermische Tiefenstufe  $24,4 \text{ m/}^{\circ}\text{C}$ ) wurde das Teufenintervall  $-50$  bis  $-85$  m herangezogen. Die Temperatursonde konnte im tieferen Rohrstrang bis zu einer Teufe von  $-85,50$  m eingefahren werden. Wasserführende Horizonte sind in folgenden Intervallen zu erwarten:  $-20$  bis  $-22$  m,  $-26$  bis  $-30$  m,  $-34$  bis  $-36$  m und  $-38$  bis  $-50$  m.

5,7) Die Bohrung Hatzendorf

Im Teufenintervall von  $-20$  bis  $-53$  m liegt ein Temperaturgradient von  $0,042 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$  (geothermische Tiefenstufe  $23,8 \text{ m/}^{\circ}\text{C}$ ) vor.

Die Temperatursonde stand bei  $-53,70$  m auf. Wasserführende Horizonte sind in folgenden Intervallen zu erwarten:  $-19$  bis  $-20$  m,  $-28$  bis  $-29$  m,  $-47$  bis  $-48$  m und  $-50$  bis  $-51$  m.

5,8) Die Bohrung Feldbach

Um die Temperaturmessung bei stillstehender Wassersäule ausführen zu können, war eine Aufspiegelung von  $+10,70$  m über dem Flansch notwendig. Die Meßsonde stand bei einer Teufe von  $-129$  m unter Flanschoberkante auf. Das Temperatur-Log zeigt zwei ausgeprägte Temperaturgradienten. Im Teufenintervall von  $-20$  bis  $-65$  m beträgt dieser  $0,049 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$  (geothermische Tiefenstufe  $20,4 \text{ m/}^{\circ}\text{C}$ ) und im Intervall von  $-65$  bis  $-129$  m beträgt er  $0,031 \text{ }^{\circ}\text{C/m}$  (geothermische Tiefenstufe  $32,3 \text{ m/}^{\circ}\text{C}$ ).

Wasserführende Horizonte sind zu erwarten: -85 bis -95 m, -105 bis -110 m und -115 bis -130 m.

6) Übersicht der bisher gemessenen Temperaturgradienten in der Oststeiermark

	Teufenintervall	Temperaturgradient $^{\circ}\text{C}/\text{m}$	Geothermische Tiefenstufe $\text{m}/^{\circ}\text{C}$
Grafendorf	-50 bis -160 m	0,038	26,3
Eggendorf	-20 bis - 90 m	0,05	20
Großsteinbach	-30 bis -120 m	0,053	18,9
Blumau	-50 bis - 85 m	0,041	24,4
Hatzendorf	-20 bis - 53 m	0,042	23,8
Feldbach	-20 bis - 65 m	0,049	20,4
	-65 bis -130 m	0,031	32,3

7) Übersicht der Temperaturen in -50 m und -100 m unter der Erdoberfläche

	Temp. $^{\circ}\text{C}$ bei -50 m	Temp. $^{\circ}\text{C}$ bei -100 m
Grafendorf	12,50	14,30
Eggendorf	12,34	14,40
Großsteinbach	11,76	14,33
Blumau	12,70	14,70
Hatzendorf	12,18	-
Feldbach	12,87	14,68

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dipl.-Ing. Dr. Heinrich Janschek  
Ressnigweg 46  
9170 Ferlach.

# Geothermische Messungen in oststeirischen artesischen Bohrungen

LAGEPLAN DER BOHRUNGEN

H. JANSCHER

M 1:500.000  
1973/1975

--- GRENZE DES JUNGTERTIÄRS



Geothermische Messungen in oststeirischen  
artesischen Bohrungen

H. JANSCHER  
BOHRUNG PENZENDORF

JUNI 1973

VERROHRUNG

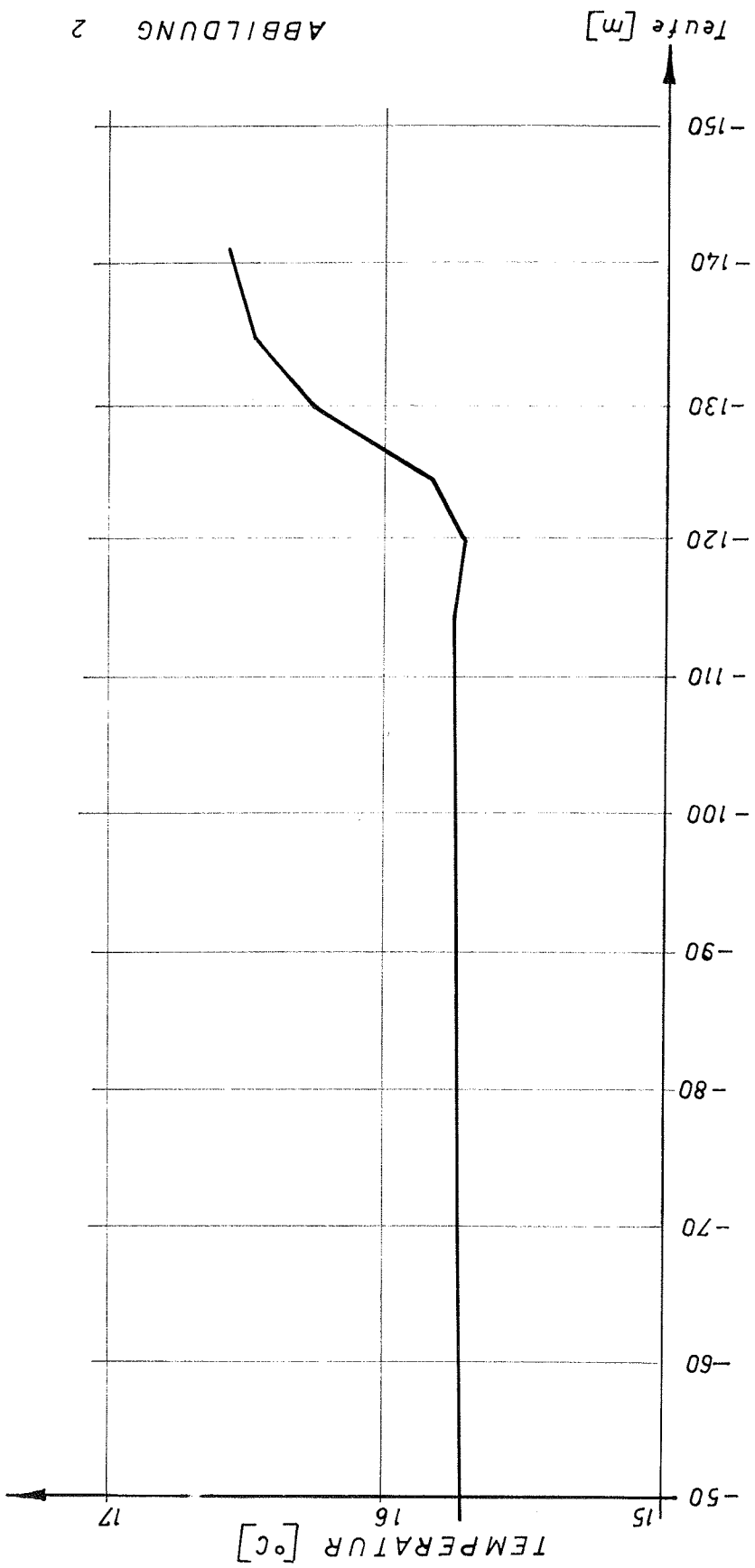
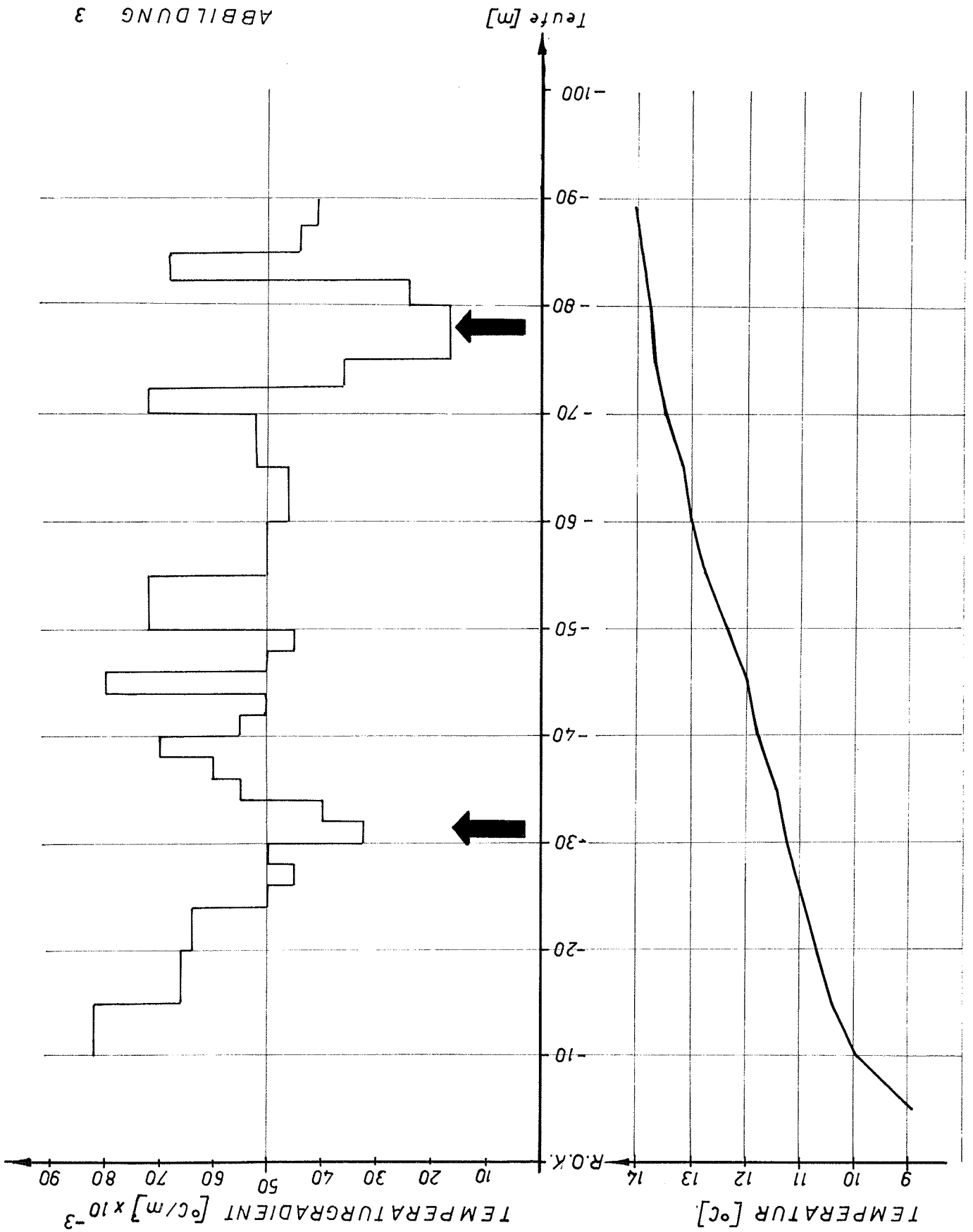


ABBILDUNG 2

# Geothermische Messungen in oststeirischen artesischen Bohrungen

H. JANSCHKE  
BOHRUNG EGGENDORF

FEBRUAR 1975



Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung  
 des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung -  
 Landesbaudirektion

Verzeichnis der bisher erschienenen Bände:

Band 1	Vortragsreihe Abfallbeseitigung 18. April 1964, Neuauflage 1968, von W. Tronko, P. Bilek, J. Wotschke, K. Stundl, F. Heigl, E. v. Conrad	S	84.---
Band 2	Ein Beitrag zur Geologie und Morpho- logie des Murztals von R. Sperlich, W. Scharf, A. Thurner, 1965	S	84.---
Band 3	Vortragsreihe Abfallverarbeitung 18. März 1965 von F. Fischer, R. Braun, F. Schönbeck, W. Tronko, K. Stundl, B. Urban	S	84.---
Band 4	"Gewässerschutz ist nötig" von J. Krainer, F. Hahne, H. Kallioch, F. Schönbeck, H. Moosbrugger, L. Bern- hart, W. Tronko, 1965	S	56.---
Band 5	Die Müllverbrennungsanlage, Versuch einer zusammenfassenden Darstellung von F. Heigl, 1965	S	140.---
Band 6	Vortragsreihe Abfallverarbeitung 18. November 1965 von F. Schönbeck, H. Sontheimer, A. Kern, H. Rasworschegg, J. Wotschke, J. Brodbeck, R. Spinoła, K. Stundl, W. Tronko, 1966	S	112.---
Band 7	Seismische Untersuchungen im Grundwas- serfeld Friesach nördlich von Graz v. H. Zettnig, Th. Puschnik und H. Novak, F. Weber, 1966	S	140.---
Band 8	Der Mürzverband von E. Fabiani, P. Bi- lek, H. Novak, E. Kauderer, F. Hartl, 1966	S	140.---
Band 9	Raumplanung, Flächennutzungspläne der Gemeinden von J. Krainer, H. Wengert, K. Eberl, F. Planckenschein, G. Gorbach, H. Egger, H. Hoffmann, K. Freistitzer, W. Tronko, H. Bullman, I. E. Holub, 1966	S	140.---

Band 10	Sammlung, Besetzung und Verarbeitung der festen Siedlungsabfälle von H. Ehrhard, 1967	S	66.---
Band 11	Siedlungskundliche Grundlagen für die wasserwirtschaftliche Rahmplanung im Fluggebiet der Mürz von H. Wengert, E. Hillbrand, K. Freistitzer, 1967	S	131.---
Band 12	Hydrogeologie des Murtales von N. Anderle, 1969	S	131.---
Band 13	10 Jahre Gewässergüteaufsicht in der Steiermark 1959 - 1969 von I. Bernhart, H. Sölkner, H. Ertl, W. Popp, M. Noe, 1969	S	112.---
Band 14	Gewässerschutzmaßnahmen in Schwerpunktsgebieten Steiermarks, 1970 (Das vorläufige Schwerpunktprogramm 1964 und das Schwerpunktprogramm 1966) von F. Schönbeck, I. Bernhart, E. Gangel, H. Ertl	S	66.---
Band 15	Industrieller Abwasserkataster Steiermarks von I. Bernhart, 1970	S	187.---
Band 16/17	Tätigkeiten und Organisation des Wirtschaftshotels der Landeshauptstadt Graz Abfallbehandlung in Graz		
Band 18	Abwasserfragen aus Bergbau und Eisenhütte von I. Bernhart, K. Stundl, A. Wutschel, 1971	S	66.---
Band 19	Maßnahmen zur Lösung der Abwasserfragen in Zellstoffabriken von B. Walzel-Wiesentreu, W. Schönauer, 1971	S	150.---
Band 20	Bodenbedeckung und Terrassen des Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze von H. Fabian, M. Eisenhut, mit Kartenbeilagen, 1971	S	168.---



Band 21	112.---	S	Untersuchungen an artesischen Wassern in der nördlichen Oststeiermark von T. Bernhart, J. Zötl, H. Zettnigg, 1972
Band 22	90.---	S	Grundwasseruntersuchungen im südöstlichen Grazerfeld von T. Bernhart, H. Zettnigg, J. Novak, W. Popp, 1973
Band 23	250.---	S	Grundwasseruntersuchungen im nordöstlichen Leibnitzfeld von T. Bernhart, E. Fabian, M. Eisenhut, F. Weber, E. F. Nemecek, Th. Glanz, W. Wessjak, H. Ertl u. H. Schwinghammer, 1973
Band 24	150.---	S	Grundwasserreservierung aus dem Leibnitzfeld von T. Bernhart, 1973
Band 25	150.---	S	Wärmebelastung steirischer Gewässer von T. Bernhart, H. Niedertl, J. Fuchs, H. Schlatte u. H. Salinger, 1973
Band 26	120.---	S	Die artesischen Brunnen der Süd-West-Steiermark von H. Zettnigg, 1973
Band 27	150.---	S	Die Bewegung von Mineralien in Boden und Grundwasser von T. Bernhart, 1973
Band 28	100.---	S	Kennzahlen für den energetisch-thermischen Vergleich von T. Bernhart, D. Radner u. H. Arledter, 1974
Band 29	400.---	S	Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks, Entwurfsstand 1973, von T. Bernhart, E. Fabian, E. Kauderer, H. Zettnigg, J. Zötl, 1974
Band 30	120.---	S	Grundlagen für Wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Süd-West-Steiermark, 1. Teil, Einführung Hydrogeologie, Klimatologie von T. Bernhart, J. Zötl und H. Zofer, H. Otto, 1975
Band 31	120.---	S	Grundlagen für Wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Süd-West-Steiermark, 2. Teil, Geologie, von T. Bernhart, F. Beck-Mannagetta, A. Alker, 1975

Vorstehende Bände sind bei der Steiermärkischen Landes-  
druckerei, Hofgasse 15, 8011 Graz, erhältlich.

In diesen Preisen ist die 8 %ige Mehrwertsteuer nicht enthalten!

- |         |  |   |        |
|---------|--|---|--------|
| Band 32 | Beträge zur wasserwirtschaftlichen<br>Rahmenplanung in Steiermark von<br>I. Bernhart, 1975   | S | 200.-- |
| Band 33 | Hydrogeologische Untersuchungen an Boh-<br>rungen und Brunnen in der Oststeiermark<br>von H. Janschek, I. Kupper, H. Polesny,<br>H. Zettnigg, 1975 | S | 150.-- |